

“Alterações físico-químicas e microbiológicas num produto à base de tomate embalado em *Doypack*, ao longo do tempo de prateleira” © Joana Sanches Cordon Palet, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



### **Dedicatória e agradecimentos**

À Professora Benilde Mendes pela disponibilidade mostrada ao longo de todo o Mestrado.

À Professora Ana Luísa Fernando pelo apoio na realização desta tese.

À Sugalidal, e em especial à Engenheira Sílvia Talaia, por ter permitido a realização do estágio e pelo apoio dado.

Muito obrigada.



## **Resumo**

O tomate é uma fruta com uma vida útil limitada e um período de produção curto, por estas razões, o processamento torna-se essencial para possibilitar o seu consumo durante todo o ano. Deste modo, e sendo o produto em estudo um produto à base de tomate, são utilizados inúmeros métodos que permitem aumentar o seu tempo de prateleira.

A embalagem é igualmente importante no que diz respeito à conservação dos alimentos, sendo que o produto em questão estava embalado em *Doypack* com uma composição PET (Politereftalato de Etileno), ALUM (alumínio) e PE (polietileno).

O objectivo deste trabalho foi perceber quais as alterações que ocorriam no produto ao longo do prazo de validade já estipulado. Para tal, foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas do produto armazenado em estufa à temperatura de 30°C, durante 17 semanas, o correspondente a 9 meses à temperatura ambiente.

O produto em questão tem uma elevada estabilidade, que em combinação com uma embalagem como esta permite um acondicionamento eficaz, tal como verificado pela análise dos resultados. A acidez titulável total diminuiu e o pH aumentou ao longo do tempo, mantendo-se inferior ao regulamentado (4,5). No que diz respeito ao °Brix e à consistência existem flutuações mínimas e estes cumpriram os requisitos da empresa. A cor apresenta valores inferiores ao que está estipulado pela empresa. O teor de sal (em % p/p) foi considerado reduzido. No que diz respeito às análises microbiológicas estava tudo em conformidade.

O período de análise abrangeu 9 meses, quando na realidade deveria ter abrangido 12 meses, no mínimo (prazo de validade do produto e da própria embalagem). Para determinação das condições de armazenamento e valores de referência foi usada a informação disponível no Manual de Métodos Interno da Sugaldal.

**Palavras-chave:** produtos à base de tomate, embalagem, *Doypack*, análises físico-químicas e microbiológicas, prazo de validade.



### **Abstract**

Tomatoes are a fruit with a limited lifetime and a short production period, for these reasons, the processing of it is essential to be able to be consumed all year round. This way, and being that the study product is based off a tomato, numerous methods are used to allow its consuming period to be high.

The package is equally important when it comes to the preservation of the products, being that the tomato was packed in *Doypack* with a composition of PET (Polyethylene terephthalate), ALUM (aluminum) and PE (polyethylene).

The objective of this study was to understand the different modifications that occurred within the product throughout its expiration date already computerized. For such, chemical and microbiological analysis were performed on the product which was kept in greenhouse temperature of 30, within 17 weeks, the corresponding of 9 months in environmental temperature.

The product in question has a high stability, which in combination with a suitable container as this allows an effective packing, as verified by analysis of the results. Total titratable acidity decreased and pH increased over time, remaining below the regulated (4,5). With respect to °Brix and consistency fluctuations are minimal and fulfilled the Company requirements. The color presented values lower than what was stipulated by the company. The salt content (% w/w) was considered low. Regarding the microbiological analysis, results were within regulation.

The period of the analysis was within 9 months, when in reality it should have been 12 months minimum (expiration date and the package itself). To determine the packaged conditions and referred values the information used was available on the manual of internal methods of Sugaldal.

**Keywords:** Products based of tomatoes, Doypack package, Microbiological and chemical analysis, expiration date

## Índice

Dedicatória e agradecimentos .....	III
Resumo .....	V
Abstract .....	VII
Índice de figuras .....	XI
Índice de tabelas .....	XIII
Listas de abreviaturas, siglas e símbolos .....	XV
1 Introdução .....	1
1.1 Caracterização do tomate .....	1
1.1.1 Aspectos gerais.....	1
1.1.2 Origem .....	1
1.1.3 Morfologia .....	1
1.1.4 Composição química.....	2
1.1.5 Indústria do tomate .....	4
1.1.6 Características fundamentais do tomate para o processamento.....	5
1.2 Tomate na saúde - Importância dos antioxidantes .....	6
1.2.1 Licopeno .....	6
1.3 Principais produtos derivados de tomate.....	9
1.4 Conservação do tomate .....	9
1.4.1 Conservação pelo frio .....	11
1.4.2 Conservação pelo calor.....	12
1.4.3 Outros métodos de conservação .....	13
1.5 O papel da embalagem .....	16
1.5.1 A importância da embalagem.....	16
1.5.2 Tipos de embalagens alimentares.....	17
1.5.3 Embalagem de tomate fresco .....	19
1.5.4 Embalagem de produtos à base de tomate.....	20
1.6 Caracterização do local de estágio .....	22
1.6.1 Produtos destinados ao consumidor .....	23
1.6.2 Produtos destinados à restauração / catering .....	23
1.6.3 Produtos destinados à indústria .....	24
1.6.4 Produção de produtos à base de tomate .....	24
2 Proposta de estudo .....	27
3 Materiais e métodos .....	29



3.1	Características do produto (ME.01.180/0 – Manual de especificações interno da Sugaldal) .....	29
3.2	Características técnicas da embalagem .....	29
3.3	Metodologia e materiais .....	30
3.3.1	Análises físico-químicas .....	31
3.3.2	Análises microbiológicas .....	33
4	Resultados e discussão .....	38
4.1	Análises físico-químicas .....	38
4.1.1	Teor em Sal (%) .....	38
4.1.2	Acidez titulável total .....	40
4.1.3	pH .....	41
4.1.4	Sólidos solúveis (°Brix) .....	43
4.1.5	Consistência .....	45
4.1.6	Cor .....	47
4.2	Análise microbiológica .....	49
4.2.1	<i>Lactobacillus</i> spp. ....	50
4.2.2	Fungos (bolores e leveduras) .....	50
4.2.3	Gram .....	50
5	Conclusão .....	52
6	Bibliografia .....	54



## **Índice de figuras**

<b>Figura 1.1 – Morfologia do Tomate</b>	<b>2</b>
<b>Figura 1.2 - Estrutura do licopeno</b>	<b>7</b>
<b>Figura 1.3 – História breve da embalagem</b>	<b>16</b>
<b>Figura 1.4 – Diagrama de classificação das embalagens</b>	<b>17</b>
<b>Figura 1.5 – Embalagem <i>doypack</i></b>	<b>18</b>
<b>Figura 1.6 - Extracto de tomate e tomates sem pele em conserva, embalados em latas metálicas (folha de Flandres)</b>	<b>20</b>
<b>Figura 1.7 – Tomates secos, tomates sem pele em conserva e molho de tomate em potes de vidro com tampas metálicas</b>	<b>20</b>
<b>Figura 1.8 – Tomates secos, molho Ketchup, extracto de tomate orgânico e molho pronto para massas. Diferentes tipos de embalagens plásticas</b>	<b>21</b>
<b>Figura 1.9 – Polpa de tomate em diferentes embalagens</b>	<b>21</b>
<b>Figura 1.10 - Produtos destinados ao consumidor e embalagens utilizadas</b>	<b>23</b>
<b>Figura 1.11 - Produtos destinados à restauração e embalagens utilizadas</b>	<b>23</b>
<b>Figura 1.12 - Produtos destinados à indústria e embalagens utilizadas</b>	<b>24</b>
<b>Figura 1.13 – Diagrama de percurso do produto na indústria</b>	<b>24</b>
<b>Figura 2.1 – Fluxograma do processo</b>	<b>27</b>
<b>Figura 3.1 – Recipientes identificados com as amostras correspondentes</b>	<b>30</b>
<b>Figura 3.2 – Montagem para medição da % de sal</b>	<b>31</b>
<b>Figura 3.3 - Montagem para determinação da % de acidez</b>	<b>31</b>
<b>Figura 3.4 – Medidor de pH modelo Metrohm® 827 pH Lab Meter</b>	<b>32</b>
<b>Figura 3.5 – Refractómetro Bellingham Stanley 320</b>	<b>32</b>
<b>Figura 3.6 – Consistómetro de Bostwick</b>	<b>32</b>
<b>Figura 3.7 – Copo de vidro utilizado para colocar o produto</b>	<b>33</b>
<b>Figura 3.8 – Equipamento para medição da cor LabScan XE – HunterLab</b>	<b>33</b>
<b>Figura 3.9 – Câmara de fluxo laminar vertical FASTER Bio 48</b>	<b>34</b>
<b>Figura 3.10 – Meio de enriquecimento</b>	<b>34</b>
<b>Figura 3.11 – Armazenamento das placas em estufa</b>	<b>34</b>
<b>Figura 3.12 – Balança analítica marca Cobos Precision</b>	<b>35</b>
<b>Figura 3.13 – Triptona sal com amostra</b>	<b>35</b>
<b>Figura 3.14 – Armazenamento das placas</b>	<b>36</b>
<b>Figura 3.15 – Coloração de Gram</b>	<b>36</b>
<b>Figura 3.16 – Observação da lâmina ao microscópio</b>	<b>37</b>
<b>Figura 4.1 – Variação da % de sal ao longo do tempo de prateleira</b>	<b>39</b>
<b>Figura 4.2 – Variação da Acidez cítrica ao longo do tempo de prateleira</b>	<b>40</b>
<b>Figura 4.3 – Variação do pH ao longo do tempo de prateleira</b>	<b>42</b>
<b>Figura 4.4 – Variação do °Brix ao longo do tempo de prateleira</b>	<b>44</b>
<b>Figura 4.5 – Variação da Consistência ao longo do tempo de prateleira</b>	<b>46</b>

<b>Figura 4.6</b> – Variação da % de sal ao longo do tempo de prateleira	47
<b>Figura 4.7</b> – Valores de a*, b* e L* referentes à cor	48
<b>Figura 4.8</b> – Classificação por graus da contagem total de bactérias	51

**Índice de tabelas**

<b>Tabela 1.1</b> – Informação nutricional do tomate	3
<b>Tabela 1.2</b> – Produção de tomate ao longo dos anos	4
<b>Tabela 1.3</b> – Teores de licopeno de alguns frutos e vegetais	7
<b>Tabela 1.4</b> – Períodos de conservação médios para os três estados de maturação do tomate	10
<b>Tabela 1.5</b> – Temperaturas ótimas de conservação que variam com a maturidade do fruto	10
<b>Tabela 3.1</b> – Informação nutricional do produto em estudo (Tomacouli Basilic)	29
<b>Tabela 3.2</b> – Características técnicas da embalagem	29
<b>Tabela 4.1</b> – Análise de variância (ANOVA) entre a % de Sal e o tempo de prateleira	39
<b>Tabela 4.2</b> – Análise de variância (ANOVA) entre a Acidez e o tempo de prateleira	40
<b>Tabela 4.3</b> – Análise de variância (ANOVA) entre o °Brix e o tempo de prateleira	42
<b>Tabela 4.4</b> – Análise de variância (ANOVA) entre a Cor e o tempo de prateleira	44
<b>Tabela 4.5</b> - Análise de variância (ANOVA) entre a Cor e o tempo de prateleira	46
<b>Tabela 4.6</b> – Análise de variância (ANOVA) entre a Consistência e o tempo de prateleira	48
<b>Tabela 4.7</b> – Contagem total de bactérias (CTB) no tempo 0 e após 24h (sendo que o t0 corresponde ao dia em que as amostras são retiradas da estufa)	51



### **Listas de abreviaturas, siglas e símbolos**

**ALUM** – Alumínio  
**AC** – Atmosfera controlada  
**ANOVA** – Analysis Of Variance (Análise de Variância)  
**a<sub>w</sub>** – Actividade da água  
**°Brix** – Grau Brix  
**°C** – Graus Celsius  
**CO<sub>2</sub>** – Dióxido de Carbono  
**d** – Dia  
**g** – Grama  
**gl** – graus de liberdade  
**h** – Horas  
**HC** – Hidratos de Carbono  
**HDL** – Lipoproteína de alta densidade  
**INE** – Instituto Nacional de Estatística  
**INSA** – Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge  
**Kcal** – Quilocaloria  
**Kg** – Quilograma  
**LDL** – Lipoproteína de baixa densidade  
**mg** – Miligrama  
**mL** – Mililitro  
**MQ** – média dos quadrados  
**O<sub>2</sub>** – Oxigénio  
**PE** – Polietileno  
**PET** – Politereftalato de Etileno  
**Rpm** – Rotações por minuto  
**STT** – Sólidos solúveis totais  
**SQ** – Soma dos quadrados  
**UFC** – Unidades Formadoras de Colónias  
**UV** – Ultravioleta  
**VIH** – Vírus da Imunodeficiência Humana  
**µg** - Micrograma

### **Notas:**

- (1) Os resultados apresentados, em quadro, correspondem ao valor médio dos triplicados  $\pm$  desvio padrão, salvo quando indicado em contrário.
- (2) Os resultados apresentados na forma gráfica correspondem aos valores médios dos triplicados e as barras de erro correspondem ao desvio padrão.





## **1 Introdução**

### **1.1 Caracterização do tomate**

#### **1.1.1 Aspectos gerais**

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) pertence à família *Solanaceae* (Abreu e Delgado, 2001). É um dos hortícolas mais difundidos no mundo e ocupa um lugar de destaque na mesa do consumidor (Robson e Grierson, 1993). Embora, na maioria dos casos, seja considerado uma verdura é, na verdade, um fruto. Fazem parte da sua família as beringelas, as pimentas e os pimentões, além de algumas espécies não comestíveis (Miret, 2007).

Apresenta um dos maiores volumes de produção mundial, apenas ultrapassado pela batata e pela batata-doce. Os principais países produtores de tomate são: os Estados Unidos da América, a Rússia, a Turquia, a China, o Egipto e a Itália. Estima-se que 80% da produção mundial de tomate se destine ao processamento industrial, que se centraliza, principalmente, em duas regiões: Califórnia e Itália (Robson e Grierson, 1993).

Nos dias de hoje, a cultura de tomate é certamente uma das mais importantes para a economia e para a alimentação de muitas nações. O tomate pode ser consumido de diversas formas: no seu estado fresco ou processado. O tomate é consumido em fresco como ingrediente de saladas, em forma de concentrado, enlatado (cubos ou pedaços), desidratado, sumo de tomate, molhos como *ketchup*, entre outros (Robson e Grierson, 1993; Borguini, 2002).

#### **1.1.2 Origem**

Originário da parte ocidental da América Central e do Sul, mais propriamente do Perú, Bolívia e Equador (Fontes e Silva, 2002), estendeu-se posteriormente à América Central e Meridional e foi introduzido na Europa no século XVI (Abreu e Delgado, 2001).

Considerada mais uma planta medicinal ou ornamental do que para fins alimentares (Pazinato e Galhardo, 1997), em poucos anos a sua cultura espalhou-se pelos diferentes países da Europa. Os povos do Mediterrâneo, principalmente do sul da Itália e da Turquia, bem como de Espanha, foram os primeiros a introduzir o tomate na sua alimentação (Gardê e Gardê, 1997).

O seu nome deriva dos termos aztecas *tomalt*, *xitomate* e *xitotomate* (Abreu e Delgado, 2001) e, em meados do século XVIII em Itália, o fruto era conhecido por *pomi d'oro* (maçã de ouro) onde foi cultivado extensivamente, muito antes de despertar o interesse por parte dos ingleses e norte-americanos (Gould, 1983).

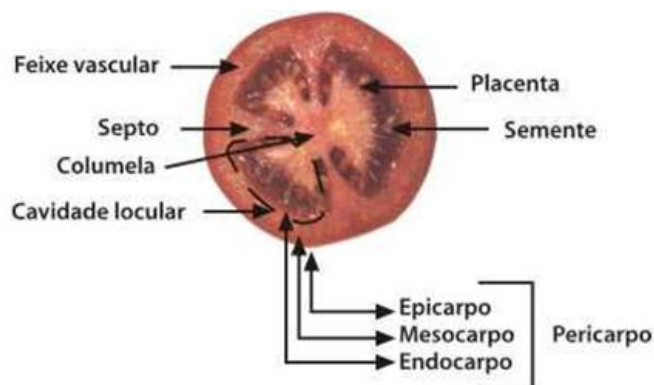
#### **1.1.3 Morfologia**

Em relação à sua morfologia, o tomate é constituído por:

- Epicarpo: uma pele mais externa, formada por finas células poligonais de cor amarelada;

- Mesocarpo: uma parte mais resistente do fruto, formada por células arredondadas contendo pigmentos (licopeno) e uma solução aquosa muito aromática (polpa);
- Endocarpo: as paredes que delimitam as cavidades loculares, que contém um líquido parenquimatoso, onde estão alojadas as sementes (Talaia, 2007).

As sementes (Figura 1.1) estão imersas no tecido placentário, que preenche as cavidades loculares do fruto. Para a indústria, estas deverão ser o mais reduzido possível (Roca, 2009).



**Figura 1.1 - Morfologia do Tomate<sup>1</sup>**

#### **1.1.4 Composição química**

O tomate, tal como a maioria dos frutos, é constituído essencialmente por água, que representa cerca de 94% dos constituintes totais. Os restantes 6%, correspondentes à matéria seca, compreendem: açúcares solúveis, sólidos insolúveis em álcool, ácidos orgânicos, minerais (sendo o potássio, o fósforo e o cálcio os mais representativos), entre outros constituintes como lípidos, vitaminas e pigmentos (Roca, 2009).

O tomate tem elevado valor nutricional, sendo uma importante fonte de vitaminas e minerais, nomeadamente vitamina C e potássio – Tabela 1.1. O valor calórico do tomate é modesto, devido ao baixo conteúdo de gorduras e matéria seca (Eskin, 1989; Seymour *et al.*, 1993). Como em qualquer vegetal, o colesterol está ausente. A sua cor vermelha característica deve-se à presença de um dos antioxidantes existentes no tomate, o licopeno, um pigmento que abunda no tomate maduro, que protege o organismo contra a acção dos radicais livres<sup>2</sup>.

Os sólidos totais são compostos pelos sólidos solúveis e insolúveis e são muito importantes para o fabrico de concentrado de tomate. Estes variam conforme o tipo de solos, a pluviosidade durante o crescimento, a data da colheita e a variedade. Os sólidos solúveis totais (°Brix) são usados como índice de maturidade para alguns frutos e indicam a quantidade de substâncias que se encontram dissolvidas no sumo, sendo constituído maioritariamente por açúcares (Chaves *et al*, 2004). Quanto maior o °Brix melhor a variedade do tomate (Talaia, 2007).

1- <http://www.kdfrutas.com.br/saibamais/tomate>

2 - <http://www.confagri.pt/Noticias/Pages/noticia31937.aspx>

A quantidade de sacarose encontrada no tomate é reduzida e, por isso, os glúcidos são representados, essencialmente, por frutose e glucose. Estes, por vezes, provocam o acastanhamento do tomate (Talaia, 2007) ou seja, a perda da cor vermelha característica, que é decorrente da oxidação dos pigmentos carotenóides e da formação de compostos escuros devido, principalmente, à reacção de Maillard (escurecimento não enzimático) (Pereira *et al*, 2006).

**Tabela 1.1** - Informação nutricional do tomate (INSA, 2007)

<b>Componentes</b>	<b>por 100g*</b>
Energia (kcal)	19
Água (g)	93,5
Proteína (g)	0,8
Gordura total (g)	0,3
Total Hidratos de Carbono disponíveis (g)	3,5
Ácidos orgânicos (g)	0
Amido (g)	0
Oligossacáridos (g)	0
Fibra alimentar (g)	1,3
Ácidos gordos saturados (g)	0
Ácidos gordos monoinsaturados (g)	0,1
Ácidos gordos polinsaturados (g)	0,2
Ácidos gordos <i>trans</i> (g)	0
Ácido linoleico (g)	0,2
Colesterol (mg)	0
Vitamina A total (equivalentes de retinol) (µg)	85
Caroteno (mg)	510
Vitamina D (µg)	0
a-tocoferol (mg)	1,2
Tiamina (mg)	0,05
Riboflavina (mg)	0,03
Equivalentes de niacina (mg)	0,7
Niacina (mg)	0,6
Triptofano/60 (mg)	0,1
Vitamina B6 (mg)	0,14
Vitamina B12 (µg)	0
Vitamina C (mg)	20
Folatos (µg)	17
Cinza (g)	0,54
Sódio (Na) (mg)	13
Potássio (K) (mg)	253
Cálcio (Ca) (mg)	11
Fósforo (P) (mg)	17
Magnésio (Mg) (mg)	11
Ferro (Fe) (mg)	0,7
Zinco (Zn) (mg)	0,1

### 1.1.5 Indústria do tomate

No território nacional, a indústria do tomate é a cultura hortícola com maior importância económica e a mais divulgada (Abreu e Delgado, 2001), para além de que é a indústria de transformação que mais se destaca no sector industrial de transformação dos produtos hortofrutícolas (Pinto *et al*, 2004). Segundo o Instituto Nacional de Estatística, Portugal é o sexto maior produtor mundial de tomate, com as exportações a ultrapassarem os 90% da produção nacional (Talaia, 2007; Pinto *et al*, 2004). A tabela 1.2 apresenta a produção de tomate em Portugal.

**Tabela 1.2 – Produção de tomate ao longo dos anos (INE, 2012)**

#### Continente

Culturas	Produtividade					
	kg / ha					
	2007	2008	2009	2010	2011	2012 *
<b>CULTURAS INDUSTRIAIS</b>						
Tomate para a indústria	83 529	80 269	80 206	84 500	74 927	82 420

\* valor provisional

Em Portugal, as zonas de produção de tomate mais importantes, localizam-se essencialmente na região de Entre-Douro e Minho (Póvoa de Varzim, Esposende e Braga), Ribatejo/Oeste (Mafra, Peniche, Lourinhã, Torres Vedras, Bombarral e Óbidos) e Algarve (Faro, Olhão, Tavira e Castro Marim) (Abreu e Delgado, 2001). Portugal possui características edafo-climáticas excelentes para o cultivo do tomate, o que faz do nosso país o terceiro maior produtor de tomate processado, a seguir aos Estados Unidos da América e à Itália (Roca, 2009).

A qualidade do tomate produzido em Portugal é única. É um tomate que se caracteriza pelo seu sabor doce, baixa acidez, cor intensa e forte aroma, que tem como utilização final a produção de sumos e produtos onde o sabor a tomate é importante (Talaia, 2007).

Em Portugal, a cultura de tomate tem 712 produtores agrupados em 32 organizações, empregando cerca de 5000 trabalhadores directa e indirectamente. Grande parte do tomate produzido é industrializado e transformado em concentrado. No entanto, a indústria de concentrado de tomate descarta todos os anos cerca de 55000 toneladas de subproduto, repiso, constituído essencialmente por películas e sementes, sendo extremamente rico em compostos biologicamente activos. Presentemente, o repiso de tomate destina-se essencialmente à alimentação de ruminantes (Roca, 2009).

O concentrado de tomate é um constituinte-base de um grande número de produtos alimentares e devido à sua marcada sazonalidade, sem o recurso a processos de conservação, seria impossível satisfazer a procura constante de derivados de tomate. Assim, pelo processamento do tomate sob a forma de concentrado e o seu acondicionamento, torna-se

possível satisfazer a procura entre as duas campanhas sucessivas (Caliman *et al*, 2008). A sazonalidade do cultivo e da colheita do tomate fazem com que as campanhas de produção de concentrado se realizem no Verão, durante os meses de Agosto e Setembro, podendo estender-se até Outubro. Nesta altura, as fábricas costumam trabalhar 24 horas ininterruptamente, 7 dias por semana. A grande maioria dos funcionários é contratada em regime temporário, somente para a campanha. Os funcionários fixos (chefes de produção, engenheiros, gestores, operadores do armazém, limpeza, etc.), por sua vez, fazem turnos geralmente de 12 horas na campanha, mas trabalham durante todo o ano (Miret, 2007).

### **1.1.6 Características fundamentais do tomate para o processamento**

Existem vários indicadores utilizados para avaliar a qualidade do tomate no período pós-colheita, entre os quais se destacam a cor, textura, acidez titulável total, teor de ácido ascórbico, teor de sólidos solúveis, pH, teor de fibra, fenóis totais e teor de licopeno.

Existem algumas características importantes no tomate que permitem a sua utilização na indústria:

- Cor vermelha intensa (cor típica da espécie) na pele e na polpa;
- Elevada quantidade de sólidos totais;
- Elevada quantidade de ácido ascórbico;
- Elevada quantidade de açúcares;
- Acidez relativamente elevada;
- pH baixo  $\leq 4,5$ ;
- Alta produtividade;
- “Flavour” característico;
- Forma redonda ou periforme;
- Resistência a pragas e doenças;
- Tamanho uniforme dos frutos;
- Resistência aos fendilhamentos;
- Coração pequeno ou inexistente;
- Possibilidade de cultura extensiva;
- Maturação quase simultânea de todos os frutos;
- Ausência de pedúnculo quando removido da planta;
- Produção de uma polpa razoavelmente consistente;
- Boa capacidade de adaptação a colheita mecânica e transporte a monte;
- Após o processamento do sumo, o concentrado resultante deve ter elevada consistência (Talaia, 2007).

Dada a elevada competitividade no sector torna-se importante apostar na qualidade, de modo a satisfazer as especificações requeridas pelo cliente. Para isso, tem de haver uma correcta definição de todo o processamento, desde a entrada da matéria-prima na empresa, até à

obtenção do produto final. Só desta forma, as empresas podem ter sucesso no mercado nacional e internacional (Talaia, 2007).

## **1.2 Tomate na saúde - Importância dos antioxidantes**

Actualmente, o consumidor dá cada vez mais importância às características nutritivas dos alimentos e aos seus benefícios para a saúde. Os minerais, as vitaminas e os carotenóides são alguns dos elementos e compostos que podem contribuir para que o alimento tenha um benefício reconhecido (Roca, 2009).

Os carotenóides são um grupo de pigmentos orgânicos lipossolúveis, responsáveis pela coloração amarela, laranja e vermelha de muitos produtos de origem vegetal e animal, tendo sido encontrados também em fungos e bactérias. A maioria dos carotenóides das plantas e fungos têm actividade pró-vitamina A e são metabolicamente convertidos a vitamina A quando absorvidos pelo animal que se alimenta deles (Fennema, 1996).

Para além disto, os constituintes do tomate têm muitas outras propriedades importantes na prevenção de doenças:

- O ácido ascórbico (Vitamina C) e a sua forma oxidada (ácido de-hidroascórbico) previnem doenças como o escorbuto, tem uma actividade antioxidante e auxilia a absorção do ferro no organismo; há também evidências de que esta vitamina esteja envolvida nos sistemas de produção de neurotransmissores e na manutenção da capacidade imunológica, para além de ajudar a combater a tensão e o cansaço físico. (Eskin, 1989; Seymour *et al.*, 1993);
- O ácido ascórbico também funciona como antioxidante efectivo nas reacções de peroxidação de lípidos e contra o radical hidroxilo, altamente destrutivo;
- O consumo frequente de licopeno ajuda a reduzir o risco de aparecimento ou agravamento de doenças cardiovasculares, diabetes, osteoporose, infertilidade masculina e alguns tipos de cancro, nomeadamente o cancro da próstata, cólon, bexiga, mama e útero (Shi *et al.*, 2002);
- Existem ainda alguns indícios da possibilidade de o licopeno ser capaz de estimular o sistema imunitário do ser humano actuando como base para a protecção contra a síndrome de imunodeficiência adquirida (Roca, 2009).

### **1.2.1 Licopeno**

O tomate fresco maduro apresenta, em média, um teor de licopeno de 3,4 mg/100 g (base húmida) (Shi *et al.*, 2002). O licopeno (Figura 1.2) é um carotenóide e representa aproximadamente 80-90% do total de carotenóides presentes no tomate e encontra-se

distribuído por todo o fruto, localizando-se em maiores concentrações na zona adjacente ao pericarpo (Roca, 2009). A sua fórmula molecular é  $C_{40}H_{56}$  e, embora não tenha actividade pró-vitamina A, é o carotenóide mais eficiente na captura de oxigénio singleto (radical livre muitas vezes associado ao envelhecimento da pele) (Shi *et al.*, 2002). Entre os outros carotenóides do tomate encontram-se o  $\alpha$ -caroteno, o  $\beta$ -caroteno e a luteína (Curl, 1961; Roca, 2009).



**Figura 1.2** - Estrutura do licopeno (imagem retirada de Pirela *et al.*, 2005)

A tabela 1.3 apresenta uma comparação dos teores em licopeno do tomate e outros frutos e vegetais. Como se pode observar, o tomate é entre os vários frutos e vegetais, o que apresenta um valor médio dos mais elevados.

**Tabela 1.3** - Teores de licopeno de alguns frutos e vegetais, em base húmida (Shi *et al.*, 2002)

<i>Produto</i>	<i>Teor de licopeno mg/100g</i>
<b>Tomate</b>	0,72 - 20,00
<b>Melancia</b>	2,30 - 7,20
<b>Papaia</b>	0,11 - 5,30
<b>Cenoura</b>	0,65 - 0,78
<b>Abóbora</b>	0,38 - 0,46
<b>Batata-doce</b>	0,02 - 0,11

A biodisponibilidade associada ao licopeno pode ser definida como a fracção do produto ingerido, que é absorvida e está disponível para utilização por parte do organismo em mecanismos fisiológicos e processos metabólicos (Jackson, 1997).

A absorção de licopeno pode ser influenciada por diversos factores:

- Confecção dos alimentos;
- Propriedades dos alimentos;
- Quantidade ingerida numa refeição;
- Natureza da matriz do alimento;
- Forma e localização na matriz;
- Tipo de ligação molecular;
- Interação com outros carotenóides e nutrientes (Shi *et al.*, 2002).

O licopeno quando exposto a temperaturas elevadas, à luz, a catalisadores ou a superfícies activas, tende a sofrer reacções de isomerização, passando a predominar as formas *Cis*, menos estáveis. Estas formas *Cis* têm propriedades químicas e físicas diferentes das formas *Trans*, sendo mais solúveis em óleos e gorduras e solventes orgânicos. A maior parte dos processos envolvidos na transformação industrial de tomate implicam aplicação de calor, como tal, os produtos transformados apresentam um predomínio das formas *Cis*. (Shi *et al.*, 2002; Diaz *et al.*, 2010).

O licopeno na forma *Cis* é absorvido mais facilmente que na forma *Trans* pois tem uma solubilidade maior em soluções lipofílicas e tendem a agregar-se menos, o que facilita o seu transporte para as células ou para a matriz do tecido (Shi *et al.*, 2002). No tomate fresco predominam os isómeros *Trans* e o licopeno encontra-se menos disponível, já nos produtos derivados de tomate que sofreram processamento térmico predominam os isómeros *Cis*. No entanto, é preciso ter cuidado com o tempo de exposição a temperaturas elevadas, pois para além da destruição do complexo proteico onde o licopeno está inserido, pode-se destruir o próprio licopeno, pelo que os parâmetros de processamento, nomeadamente tempo e temperatura, devem ser optimizados (Shi *et al.*, 2002; Roca, 2009).

Esta biodisponibilidade aumenta ainda mais quando estes produtos alimentares derivados do tomate são ingeridos em simultâneo com um óleo vegetal. O facto de se cozinhar ou tritar o tomate aumenta também a biodisponibilidade do licopeno pois leva à destruição das paredes celulares e dos complexos proteicos onde o licopeno está contido (Hussein e El-Tohamy, 1990; Roca, 2009). Estudos revelam que a ingestão de alimentos com alguns tipos de fibra, como é o caso da pectina, podem reduzir a biodisponibilidade dos carotenóides (Rock e Swendseid, 1992; Roca, 2009).

Diversos estudos indicam que o aumento da ingestão de produtos à base de tomate pode funcionar como um meio de protecção à ocorrência de alguns tipos de cancro, nomeadamente os associados ao sistema digestivo (Franceschi *et al.*, 1994) e à próstata (Giovannucci *et al.*, 1995). De acordo com Franceschi *et al.* (1994), esta protecção pode estar relacionada com o aumento de licopeno ingerido. O licopeno está também associado à protecção da pele humana por irradiação com raios UV (Ribaya-Mercado *et al.*, 1995), à prevenção da arteriosclerose e diversas doenças coronárias (Riso e Porrini, 1997; Kohlmeir *et al.*, 1997; Agarwal e Rao, 1998) e à estimulação do sistema imunitário, actuando como base para a protecção contra o vírus VIH e síndrome de imunodeficiência adquirida (Shi *et al.*, 2002; Roca, 2009).

Neste sentido, o tomate é um alimento de grande importância para a saúde humana, principalmente devido à presença de licopeno.



### **1.3 Principais produtos derivados de tomate**

O consumo de produtos derivados de tomate é muito popular na culinária mediterrânica (nomeadamente a italiana), na cozinha do Médio Oriente e na norte-americana. O sabor ácido, levemente adocicado, faz com que o tomate possa ser utilizado em diversos tipos de produtos, salgados e doces (Miret, 2007).

Os produtos mais conhecidos e consumidos no mundo são:

- Concentrado de tomate (normalmente utilizado numa segunda transformação, para o fabrico de sumo e molhos);
- Molho para pizza e massas (“pizza & pasta sauce”);
- Ketchup (condimento a base de tomate, vinagre, sal, açúcar e especiarias, que é comumente consumido em sanduíches);
- Sumo de tomate;
- Tomate pelado em lata;
- Tomate seco (“sundried tomato”);
- Puré de tomate;
- Pasta de tomate (Miret, 2007).

Em algumas culturas específicas, o tomate é um dos principais ingredientes de pratos como o “gazpacho”, da região andaluza da Espanha (sopa fria à base de tomate e temperos), “bruschetta”, na Itália (fatia de pão torrado com cubos de tomate fresco), doce de tomate em Portugal, “Bloody Mary” (bebida à base de sumo de tomate e vodka, mundialmente conhecida), entre outros. A importância e a fama do tomate na cultura dos países do Mediterrâneo são tão grandes que, na Espanha, existe até mesmo uma festa popular envolvendo este fruto. A festa “La Tomatina de Buñol” é uma “guerra” de tomates que ocorre na cidade de Buñol (Valência) na última quarta-feira de Agosto. O evento atrai turistas de várias partes do mundo e é tradição desde 1940 (Miret, 2007).

### **1.4 Conservação do tomate**

No caso de querermos aumentar o tempo de prateleira do tomate fresco devemos ter alguns cuidados nas suas condições de armazenamento. A temperatura, a humidade relativa, a concentração de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> e o tipo de embalagem são parâmetros importantes na conservação do tomate (Abreu e Delgado, 2001).

Uma característica a ter em conta é o estado de maturação do mesmo. De acordo com a tabela 1.4, quanto mais maduro este estiver, menor será o seu tempo de conservação (Abreu e Delgado, 2001).

**Tabela 1.4** - Períodos de conservação médios (dias) para os três estados de maturação do tomate (Abreu e Delgado, 2001)

<i>Estado de maturação</i>	<i>Verde</i>	<i>Ponta rosa</i>	<i>Vermelho</i>
<b>Dias</b>	21-28	7-14	2-4

Como já foi referido, a temperatura também é um factor importante, uma boa gestão da mesma durante a preparação e conservação do tomate, é essencial para a manutenção da qualidade.

O arrefecimento rápido é uma operação muito relevante para produtos que possuam uma elevada actividade metabólica na fase pós colheita, podendo prolongar a vida de prateleira do produto, inibir o crescimento de microrganismos patogénicos e reduzir a desidratação (Lidon e Silvestre, 2008).

Num estudo efectuado, foram analisados os efeitos de armazenagem do tomate, durante um mês, e a diferentes temperaturas (2, 5, 10, 15 e 20°C), colhidos no estágio verde-maduro. A todas as temperaturas o impacto foi significativo sobre os parâmetros de qualidade analisados, entre os quais, cor, textura e perda de peso (Pinheiro *et al*, 2013). No entanto, verificou-se que o impacto foi mais pronunciado no tomate armazenado a temperaturas mais elevadas do que a temperaturas mais baixas, excepto no caso do parâmetro danos pelo frio, em que as temperaturas mais baixas tiveram um efeito mais significativo.

Temperaturas inferiores às mencionadas na Tabela 1.5 conduzem a lesões pelo frio, que se caracterizam por um desenvolvimento de cor e sabor no amadurecimento não adequados, amolecimento prematuro, aparecimento de manchas à superfície, acastanhamento das sementes e aceleração do apodrecimento devido à *Alternaria* spp. (Abreu e Delgado, 2001). Temperaturas entre os 2 e 5°C induzem a lesões no fruto muito significativas (Pinheiro *et al*, 2013).

**Tabela 1.5** - Temperaturas óptimas de conservação que variam com a maturidade do fruto (Abreu e Delgado, 2001)

<i>Estado de maturação</i>	<i>Verde</i>	<i>Ponta rosa</i>	<i>Vermelho</i>
<b>Temperatura (°C)</b>	12,5-15	10-12,5	7-10

A humidade relativa óptima, na câmara frigorífica, dever-se-á manter entre os 90-95% e a concentração em O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> óptimas em câmara de atmosfera controlada (AC) ronda os 3-5% O<sub>2</sub> e os 2-3% CO<sub>2</sub> (Abreu e Delgado, 2001).

Se quisermos conservar o tomate por longos períodos de tempo podemos submetê-lo a temperaturas realmente baixas, temperaturas de congelamento ou diminuir o seu teor de humidade, desidratando-o.

A aceitação do consumidor está altamente relacionada com as características organolépticas e parâmetros de qualidade dos produtos, tais como cor e textura (Espinoza, 1991; Boulekou *et al.*, 2006). O tomate é um fruto frágil e sazonal, o que implica alguns cuidados de modo a conservá-lo durante o maior tempo possível e a ter acesso ao mesmo durante todo o ano. Para que o tomate – seja na sua forma fresca ou já processado – seja convenientemente conservado e esteja em condições para ser consumido é importante ter em conta dois pontos fundamentais: o processamento e a embalagem.

Entre os diferentes meios de conservação podemos distinguir:

- Os que permitem destruir parte ou a totalidade dos microrganismos de alteração. Trata-se principalmente de tratamentos térmicos (apertização, pasteurização, branqueamento) e de irradiação (ultravioletas, radiações ionizantes);
- Os que impedem ou retardam o crescimento dos microrganismos de alteração sem os destruir. Podemos aqui citar a conservação pelo frio (refrigeração, congelação), a adição de agentes químicos de conservação, o abaixamento do  $a_w$  (por adição de sal ou açúcar, secagem) e a embalagem sob atmosfera modificada;
- Os que eliminam uma parte ou a totalidade dos microrganismos de alteração presentes sobre o alimento ou dentro dos alimentos (filtração esterilizante, lavagem) (Lacasse, 1995).

O processamento industrial de alimentos promove o aumento da sua vida útil mas leva a alterações e interacções entre os constituintes de alimentos. Assim, o processamento pode ter um impacto positivo (destruição de inibidores ou formação de complexos desejáveis entre os componentes dos alimentos e os iões metálicos) ou um impacto negativo (perdas de nutrientes) (Correia *et al.*, 2008).

É prática comum nos nossos dias usar vários métodos de conservação em simultâneo. Esta combinação permite reduzir a intensidade de cada método sem afectar o tempo de conservação, o que acontece no caso específico da indústria do tomate. Exemplo disso é a associação de processos térmicos a vácuo; isto permite utilizar temperaturas mais baixas, de modo a reduzir, ao máximo, alterações no produto.

#### **1.4.1 Conservação pelo frio**

A conservação pelo frio permite controlar a proliferação microbiana (retardando-a ou inibindo-a), assim como reacções químicas ou enzimáticas (Lidon e Silvestre, 2008).

- Refrigeração

O tomate fresco é geralmente submetido a temperaturas de refrigeração para aumentar o seu tempo de vida útil. A refrigeração é uma operação unitária que mantém a temperatura do produto entre -1 e 8°C, reduzindo a velocidade das transformações microbianas e bioquímicas. Neste caso, os impactes sobre as propriedades nutricionais e sensoriais é limitado, contudo os tempos de conservação são, comparativamente à congelação, menores (Lidon e Silvestre, 2008).

- Congelação:

A congelação é um dos métodos que permite a manutenção das propriedades organolépticas como a cor, o aroma e a aparência, de muitos alimentos (Hobbs e Roberts, 1999). Interrompe, ou limita, o crescimento e a actividade dos microrganismos e estabiliza microbiologicamente os alimentos, conferindo-lhes um aumento da duração de conservação. Contudo, as reacções enzimáticas e as oxidações lipídicas persistem e, a longo prazo, estas reacções reduzem a qualidade organoléptica dos alimentos (Lidon e Silvestre, 2008).

Num estudo efectuado concluiu-se que o congelamento não afecta a percentagem de matéria seca, sólidos solúveis (°Brix), açúcares, fibras alimentares, azoto total, nitratos, nitritos, pH, cinza ou alcalinidade. No entanto, diferenças no conteúdo de pectinas, acidez total, vitamina C, beta-caroteno e carotenóides, licopeno e na actividade da peroxidase, catalase e lipase foram estatisticamente significativas (sendo que os valores de todos estes parâmetros diminuíram, excepto a acidez total) (Lisiewska e Kmiecik, 2000).

#### **1.4.2 Conservação pelo calor**

A conservação pelo calor decorre da utilização de temperaturas ligeiramente acima das que possibilitam a multiplicação dos microrganismos, de forma a provocar a respectiva morte ou inactivação de células vegetativas (Lidon e Silvestre, 2008).

Dependendo do produto à base de tomate que queremos obter podemos usar diferentes temperaturas:

- **No tratamento a quente com temperaturas mais elevadas** (*hot break processing*) são utilizadas temperaturas superiores a 90° C de modo a inactivar microrganismos, suavizar o tecido para separar a polpa do epicarpo e diminuir o teor de água. A aplicação de temperaturas altas leva à inactivação de enzimas pectinolíticas conhecidas por baixar a viscosidade, como também as lipoxigenases envolvidas na produção de compostos que libertam aromas (alguns desagradáveis) (Chanforan *et al*, 2012), enzimas cuja actividade pode resultar na diminuição da qualidade do produto final.

- No **tratamento a quente com temperaturas mais baixas** (*cold break processing*) são utilizadas temperaturas inferiores a 70 ° C às quais se mantem a actividade das enzimas levando a produtos menos viscosos e mais aromáticos, como o sumo de tomate. (Chanforan *et al*, 2012)

### **1.4.3 Outros métodos de conservação**

- **Desidratação**

“A conservação com recurso ao controlo de humidade dos alimentos consiste na retirada de água do produto, visando a redução da actividade da água e a consequente redução das taxas de alterações microbiológicas. Colateralmente, promove-se ainda uma redução das alterações químicas (a par da redução dos custos com a embalagem, transporte e distribuição)” (Lidon e Silvestre, 2008).

A secagem é uma das práticas industriais mais utilizadas em alimentos para manter a qualidade do produto final. Neste processo é reduzido o teor de humidade do tomate (conteúdo este que é muito elevado no tomate fresco e o torna muito perecível) (Argadona *et al*, 2011).

No processo em que se pretende obter tomate em pó, as características do produto final dependem directamente das variáveis: temperatura de entrada do ar, vazão de alimentação e velocidade do atomizador. Estas variáveis influenciam de modo significativo o conteúdo de humidade, densidade aparente e tamanho da partícula e de modo insignificativo a densidade real e a porosidade. As melhores condições de secagem por atomização para produção de tomate em pó, menor conteúdo de humidade e maior densidade aparente foram: temperatura do ar de entrada: 200 °C; vazão da alimentação: 276 g/min; e velocidade do atomizador: 30000 rpm (Souza *et al*, 2009).

Num estudo efectuado, foram secos quartos de tomate a cinco temperaturas diferentes (60, 70, 80, 90 e 100 ° C) num secador de gabinete com uma taxa de fluxo de ar de 0,2 m / s e 20% de humidade relativa. A temperatura de secagem teve uma influência significativa sobre a perda de licopeno, b-caroteno e ácido ascórbico em quartos de tomate. Sob as condições estudadas, os tomates devem ser secos a temperaturas inferiores a 70 ° C de forma a obter a melhor retenção de licopeno e b-caroteno nos produtos finais. Um tempo de secagem prolongado aumenta a taxa de degradação do b-caroteno, licopeno e ácido ascórbico (Demiray *et al*, 2013).

- **Atmosfera controlada**

As atmosferas controladas e modificadas óptimas para os produtos frescos variam de acordo com a espécie, fase de maturação, temperatura e duração da exposição. Com esta tecnologia é possível aumentar o tempo de vida após a colheita (Brecht *et al*, 2003).

A atmosfera modificada e controlada diz respeito a uma alteração da composição de gases (oxigénio, azoto e dióxido de carbono) no acondicionamento dos alimentos. Esta atmosfera permite inibir o crescimento de microrganismos e a libertação de etileno, aumentando assim o tempo de conservação de frutas e vegetais. Tomates colhidos no estágio 2 de maturidade (menos de 10% da superfície vermelha), foram armazenados a  $12 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  sob diferentes concentrações de  $\text{O}_2$  (2%, 3% e 4%),  $\text{CO}_2$  (2%, 4% e 7%) e ar (controle). Após o armazenamento em atmosfera controlada, por 7 dias, os frutos foram transferidos para uma temperatura de  $20 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  em atmosfera normal de modo a permitir a conclusão do processo de amadurecimento. Quando os tomates começaram a perder a firmeza foram realizadas análises físicas e químicas. De um modo geral, o armazenamento por modificação e controle da atmosfera por 7 dias não alterou a qualidade final do produto - quando completamente maduro - estes frutos apresentaram a mesma cor, acidez e conteúdo de açúcares e vitamina C do que aqueles armazenados em atmosfera controlada durante todo o período. Somente os tratamentos 2% e 3%  $\text{O}_2$  mostraram um maior atraso no desenvolvimento da cor após os 7 dias a  $12 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . No entanto, o tempo de armazenamento, 7 dias, não foi suficiente para retardar a taxa de amolecimento dos frutos armazenados sob atmosfera controlada (Moura *et al*, 1999).

- **Tratamento a alta pressão**

O processamento de alta pressão pode ser usado para processar produtos termossensíveis e fornece uma alternativa ao processamento térmico tradicional. Utiliza pressões de 100 a 1000 MPa para provocar a destruição microbiológica e para retardar significativamente as taxas de reações enzimáticas (Campos, 2003).

Este processo tem sido muito utilizado quer em tomate fresco quer em tomate processado. No caso do tomate fresco é utilizado para reduzir a *Salmonella* entérica (Brecht *et al*, 2003). Nos produtos à base de tomate, o aumento da pressão da homogeneização resulta no aumento da viscosidade, reduzindo a separação de fases e melhora a uniformidade de textura e cor (Thakur *et al*, 1996). O licopeno é retido quando comparado com as perdas de 40% após a esterilização convencional (Krebbbers *et al*, 2003).

- **Aplicação de campos elétricos pulsados (HIPEF)**

Esta tecnologia destaca-se por ser promissora na substituição do tratamento térmico convencional. Para alguns produtos, principalmente os líquidos, este método pode minimizar ou até substituir completamente o emprego de tratamento térmico. Embora já exista um grande

número de patentes e trabalhos nesta área, ainda é necessário mais pesquisas para elucidar e estabelecer os parâmetros de tratamento para cada produto, bem como estabelecer normas de legislação específicas para permitir o uso desta tecnologia em escala industrial (Ramos *et al*, 2006).

O processamento HIPEF pode produzir sumo de tomate com maior valor nutritivo do que o processamento térmico convencional. O sumo tratado por HIPEF apresenta maior teor de licopeno e vitamina C imediatamente após o tratamento e durante o tempo de armazenamento do que tratado termicamente (Serrano *et al*, 2008).

- **Irradiação UV**

Existem três tipos de irradiação: ultravioletas, raios x e raios gama. A irradiação UV-B parece ser uma forma não química muito útil para manter a qualidade pós-colheita e melhorar a capacidade antioxidante nos frutos de tomate (Liu *et al*, 2011).

Foram expostos tomates a diferentes doses de irradiação UV-B (10, 20, 40 e 80 kJ/m<sup>2</sup>) que, de seguida, foram armazenados no escuro a 14°C, 95% HR, durante o período máximo de 37 dias. As doses de 20 e 40 kJ/m<sup>2</sup> foram as mais eficazes na manutenção de um nível elevado de firmeza, a retardar o desenvolvimento da cor, aumentar a capacidade antioxidante, para além de promoverem a acumulação de compostos fenólicos totais/flavonóides. A dose de 10 kJ/m<sup>2</sup> teve efeitos semelhantes mas em menor grau. A dose mais elevada resultou num aumento do teor de licopeno mas mostrou efeitos negativos sobre a cor, textura e outros antioxidantes. Sendo assim, a dose óptima para manter as qualidades sensoriais e reforçar a capacidade antioxidante fixa-se nos 20 a 40 kJ/m<sup>2</sup> (Liu *et al*, 2011).

Tomates foram irradiados com UV-C ( $3.7 \times 10^3$  J/m<sup>2</sup> e  $24.4 \times 10^3$  J/m<sup>2</sup>) e armazenados a 16°C com elevada HR, por um período de 35 dias. A dose mais baixa ( $3.7 \times 10^3$  J/m<sup>2</sup>) foi benéfica para retardar o amadurecimento e senescência. O atraso na senescência foi atribuído, em parte, à manutenção de um nível elevado de putrescina (que exerce um efeito fisiológico oposto ao etileno). A dose mais elevada ( $24.4 \times 10^3$  J/m<sup>2</sup>) diminuiu a maturação e levou a um escurecimento anormal (Maharaj *et al*, 1999).

- **Uso de revestimentos**

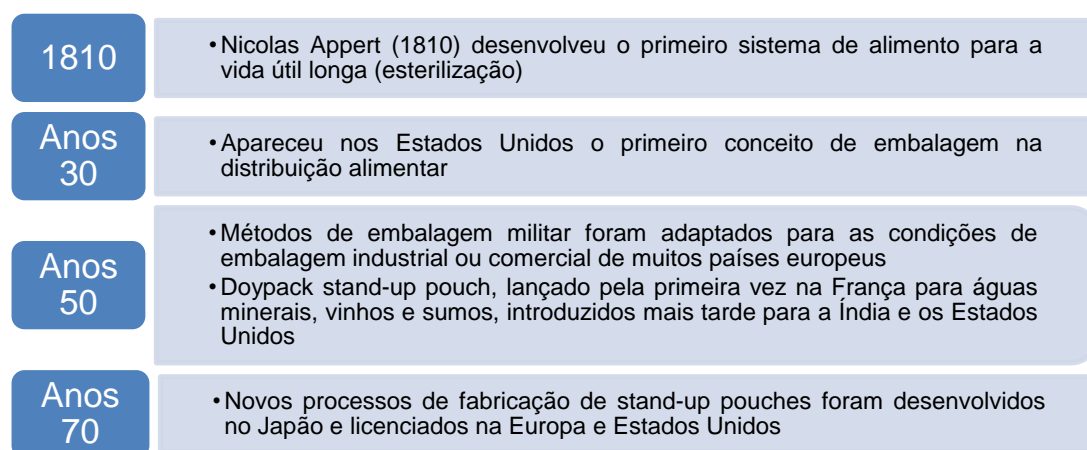
Frutos de tomateiro foram revestidos com goma arábica para melhorar a qualidade de vida útil pós-colheita. Foi aplicado um revestimento comestível de goma arábica em soluções aquosas de 5, 10, 15 e 20% e foram armazenados a 20°C, com 80-90% de HR, durante 20 dias. Os tomates revestidos com 10% de goma arábica apresentaram um atraso significativo no que diz respeito a mudanças de peso, firmeza, acidez, teor de sólidos solúveis, ácido ascórbico e mudanças de cor em relação aos tomates sem revestimento. A utilização de 10% de goma

arábica mantém a qualidade global do fruto de tomate, retarda o processo de amadurecimento, podendo prolongar o armazenamento do mesmo sem qualquer deterioração ou sabor estranho (Ali *et al*, 2011).

## 1.5 O papel da embalagem

### 1.5.1 A importância da embalagem

A embalagem é o principal elemento de conexão e de comunicação entre o consumidor, o produto e a marca. “Pode ser definida como um sistema coordenado de preparação de bens para o transporte, distribuição, armazenamento, venda e consumo final. A embalagem desempenha assim um conjunto de funções ao longo do ciclo de vida do produto desde a sua produção até à utilização final e descarte da embalagem: protecção, conservação, informação e serviço. Cada uma destas funções engloba diferentes aspectos ligados à segurança” (Poças e Moreira, 2003). A figura 1.3 esquematiza brevemente a história da embalagem.



**Figura 1.3 – História breve da embalagem (Louis, 1999)**

A embalagem tem como principais objectivos (Poças e Moreira, 2003):

- **Proteger** contra danos físico-mecânicos (transporte e distribuição)
- **Conservar/Prolongar** a vida útil dos produtos
- **Facilitar** o uso do produto (praticidade, conveniência, facilidade de uso, conforto) e evitar riscos para o consumidor (segurança e protecção ao produto)
- **Informar** quer a nível da distribuição e venda, quer a nível do consumidor

O design é um dos principais factores que impulsionam a venda do produto, tem um papel fundamental por dar valor aos produtos ao adequá-los de forma eficiente às necessidades e expectativas do consumidor e definir seu posicionamento correcto no mercado.



### 1.5.2 Tipos de embalagens alimentares

“As embalagens podem ser divididas em 3 classes (Figura 1.4):

- **Embalagens de venda ou embalagens primárias:** qualquer embalagem concebida de modo a constituir uma unidade de venda para o utilizador final ou consumidor no ponto de compra<sup>2</sup>; Está em contacto directo com o produto; é responsável pela conservação e contenção do produto. Exemplos: Lata, garrafa, saco (Fernando, 2011).
- **Embalagem grupada ou embalagem secundária:** embalagem concebida com o objectivo de constituir, no ponto de compra, uma grupagem de determinado número de unidades de venda, quer estas sejam vendidas como tal ao utilizador ou consumidor final, quer sejam apenas utilizadas como meio de reaprovisionamento do ponto de venda; este tipo de embalagem pode ser retirado do produto sem afectar as suas características; Contém uma ou várias embalagens primárias e é responsável pela protecção físico-mecânica durante a distribuição. A embalagem secundária é, muitas vezes, responsável pela comunicação, sendo suporte de informação. Exemplos: Caixas de cereais de pequeno-almoço que contêm um saco de cereais (Fernando, 2011).
- **Embalagem de transporte ou embalagem terciária,** qualquer embalagem concebida com o objectivo de facilitar a movimentação e o transporte de uma série de unidades de venda ou embalagens grupadas, a fim de evitar danos físicos durante a movimentação e o transporte. A embalagem de transporte não inclui os contentores para transporte rodoviário, ferroviário, marítimo e aéreo<sup>2</sup>.

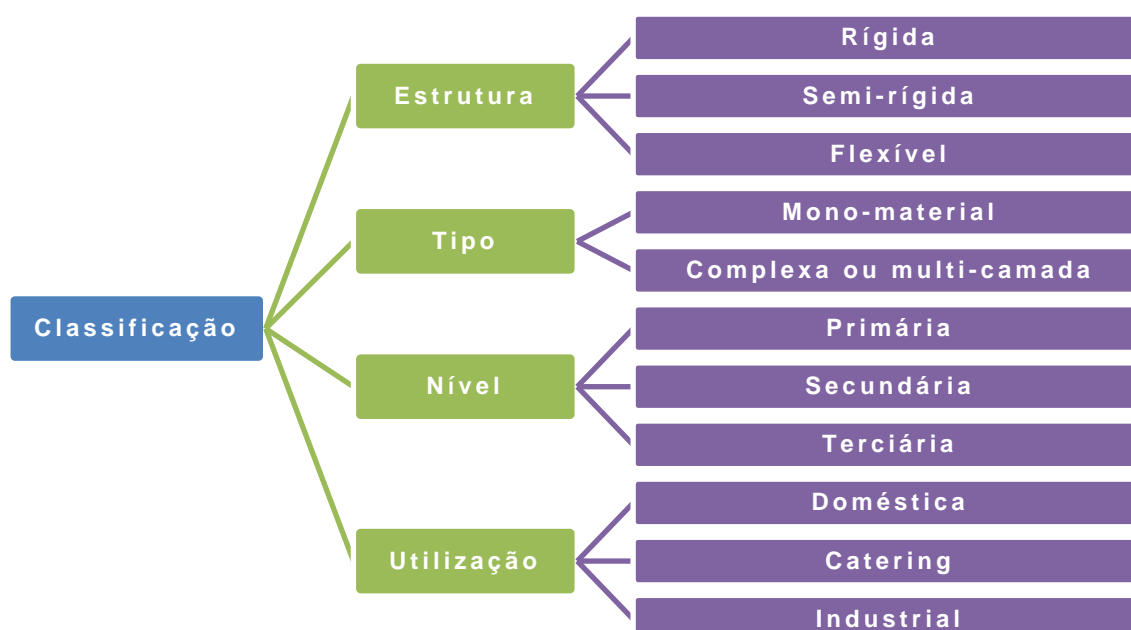


Figura 1.4 – Diagrama de classificação das embalagens

<sup>2</sup> <http://www.pontoverde.pt/empresas/faq18.asp?menu=1>

E as embalagens podem ser (Poças e Moreira, 2003; Fernando, 2011):

- **Metálicas (aço, alumínio):** As embalagens metálicas são fabricadas em folha-de-flandres, alumínio e em alguns casos em folha cromada;
- **Cartão canelado e papel:** O papel e o cartão são usados como embalagem em muitas formas desde o simples envoltório até sistemas mais complexos normalmente combinados com outros materiais como o plástico ou a folha de alumínio. O papel simples só pode ser usado para acondicionar alimentos secos, mas papéis modificados e complexos ou laminados têm boa resistência à humidade e à gordura;
- **Embalagens de plástico:** Os plásticos em si são materiais bastante inertes devido ao tamanho e estrutura das macromoléculas, mas a presença de moléculas mais pequenas e com maior mobilidade, é uma possível fonte de migração;
- **Embalagens de vidro:** O vidro é considerado como o material de maior inércia química para contacto alimentar;
- **Embalagens de madeira:** Estas embalagens são utilizadas no transporte, armazenamento e distribuição de variadíssimos produtos.

Para a elaboração desta tese, tem de se ter em especial atenção à embalagem *Doypack* (*stand-up pouch*) (Figura 1.5), já que os produtos analisados terão este tipo de embalagem.



**Figura 1.5 – Embalagem doypack**

Esta embalagem tem algumas características interessantes e inovadoras:

- Capacidade de ficar em pé na prateleira
- Abertura fácil
- Possível fecho da embalagem entre utilizações
- Pode ir ao micro-ondas
- Usa menos material do que uma embalagem rígida (menos energia para a sua produção)

O uso de embalagem flexível em substituição a uma embalagem rígida de mesmo volume (p.e. garrafa de PET de 500mL por *stand-up pouch* de 500mL) proporciona economia: uso de depósitos menores, uso de menor quantidade de máquinas, menor número de empregados no manuseio e economia de 25% na etapa de transporte e distribuição. Ou seja, o *stand-up pouch* fica mais em conta na etapa de armazenamento do que uma garrafa de PET de tamanho equivalente (Murray, 1999).

As embalagens *Doypack* foram inventadas em 1962, como embalagens para sumos de frutas e azeites, pelo francês Louis Doyen. Este tipo de embalagem é um saco plástico selado designado por *stand-up pouch*.

São embalagens flexíveis nas quais se utilizam inúmeros materiais (Castro e Pousada, 2003):

- Papel
- Película celulósica (origem vegetal)
- Filmes plásticos
- Alumínio
- Combinações de vários destes elementos por contracolagem
- Materiais revestidos

As embalagens *Doypack* são consideradas complexas por combinar dois ou mais materiais. Estes materiais são combinados por contracolagem com o objectivo de melhorar as propriedades específicas requeridas pelo produto a embalar. É esta a grande versatilidade das embalagens flexíveis. Há sempre solução para cada caso, por muito complicado que se apresente (Castro e Pousada, 2003).

### **1.5.3 Embalagem de tomate fresco**

Após a colheita, o tomate é colocado em caixas de modo a ser transportado. Um estudo efectuado por Castro *et al* (2001) avaliou cinco tipos de embalagens (duas plásticas, duas de papelão ondulado e a caixa de madeira) quanto à protecção fornecida a uma variedade de tomate durante o seu transporte e manuseio. Os tomates acondicionados nessas embalagens foram comparados com frutos controle, isto é, aqueles que não sofreram qualquer vibração, impacto ou choque. Foram armazenados à temperatura ambiente por 7 dias, até atingirem 100% de coloração vermelha, e avaliados quanto à incidência de deterioração, perda de peso e sabor (analiticamente através da relação °Brix/acidez titulável e por análise sensorial).

Caixa de madeira: as ripas de madeira, ásperas e distantes entre si, nós e pregos poderão ter sido os factores de maior influência na formação de injúrias. Foi a embalagem que exerceu menor protecção aos tomates, observado pelas maiores percentagens de frutos com injúrias mecânicas e podridão.

Caixa plástica: provocam injúrias em sua maior parte na forma de abrasões e cortes.

Caixa de papelão ondulado: A sua superfície lisa e plana leva a fortes amassados. A caixa de menor tamanho ofereceu uma maior protecção contra danos mecânicos nos tomates. Foi a caixa com menor % de frutos injuriados, indicando uma maior protecção durante o transporte e manuseio devido provavelmente a sua capacidade de carga inferior.

#### **1.5.4 Embalagem de produtos à base de tomate**

Nos produtos à base de tomate são utilizados diferentes tipos de embalagens, o que depende fundamentalmente do produto em questão.

##### **1.5.4.1. Latas metálicas (folha-de-flandres)**

A lata metálica (Figura 1.6) é um tipo de embalagem resistente e confiável. É uma embalagem muito conveniente em termos do armazenamento por longos períodos e ao transporte em longas viagens<sup>3</sup>.



**Figura 1.6** - Extracto de tomate e tomates sem pele em conserva em latas metálicas<sup>4</sup>

##### **1.5.4.2. Potes de vidro**

Por ser um material transparente, rígido e cristalino, proporciona uma óptima visualização do conteúdo, por outro lado, não resiste a choques e impactos, quebra-se facilmente<sup>6</sup> (Figura 1.7).



**Figura 1.7** – Tomates secos, tomates sem pele em conserva e molho de tomate em potes de vidro com tampas metálicas<sup>5</sup>

Para esta solução de embalagem, é necessário o uso de outros tipos de matérias-primas, o metal usado na confecção das tampas, uma fina peça plástica que faz a vedação no interior das tampas e a etiqueta adesiva que pode ser plástica ou de papel. Tanto o vidro, como o metal e o plástico podem ser encaminhados para a reciclagem e voltar ao ciclo produtivo<sup>7</sup>.

<sup>3</sup> [http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0610419\\_08\\_%20cap\\_06.pdf](http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0610419_08_%20cap_06.pdf)

<sup>4</sup> <http://www.pontoverde.pt/empresas/faq18.asp?menu=1>

<sup>5</sup> [http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0610419\\_08\\_%20cap\\_06.pdf](http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0610419_08_%20cap_06.pdf)

#### **1.5.4.3. Plásticos**

As embalagens de plástico (Figura 1.8) podem ter formas variadas e representam o material mais versátil para a fabricação de embalagens para alimentos. Elas podem ser fabricadas para atender a diferentes tipos de uso, seja em forma de embalagens simples como os pacotes a vácuo, ou de peças injectadas, mais sofisticadas e complexas, como o pote tipo balde, ou a embalagem aplicadora de molho Ketchup<sup>6</sup>.



**Figura 1.8** – Tomates secos, molho Ketchup, extracto de tomate orgânico e molho pronto para massas. Diferentes tipos de embalagens plásticas<sup>7</sup>

#### **1.5.4.4. Embalagens cartonadas multicamadas**

As embalagens do tipo cartonadas (Figura 1.9) são muito eficientes para conter produtos líquidos, são constituídas de três materiais diferentes, agregados em uma chapa única. O grande problema destas embalagens era a questão da difícil separação dos materiais que a constituem (papel, alumínio e plástico) para a reciclagem, mas que com as novas tecnologias da separação, se tornou viável.<sup>8</sup>



**Figura 1.9** – Polpa de tomate em diferentes embalagens multicamadas<sup>8</sup>

A embalagem utilizada no produto em estudo é uma embalagem *Doypack* constituída por:

**PET:** o politereftalato de etileno é um filme plástico fortemente orientado, oferece muito boa resistência à perfuração, boa transparência e boa barreira aos gases (Castro e Pousada, 2003).

**ALUM:** o alumínio é largamente utilizado em embalagens flexíveis, na maior parte dos casos formando embalagens complexas mas também muitas vezes só, como único elemento. Não é

<sup>6</sup> [http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0610419\\_08\\_%20cap\\_06.pdf](http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0610419_08_%20cap_06.pdf)

<sup>7</sup> <http://www.pontoverde.pt/empresas/faq18.asp?menu=1>

<sup>8</sup> [http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0610419\\_08\\_%20cap\\_06.pdf](http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0610419_08_%20cap_06.pdf)

termossoldante, necessitando para tal de um revestimento adequado e é uma excelente barreira aos gases, à luz e à humidade. É necessário, no entanto, ter particular atenção às espessuras utilizadas, pois as mais finas podem apresentar uma densidade de microperfurações que alteram substancialmente as propriedades barreira acima enunciadas (Castro e Pousada, 2003).

PE: O polietileno apresenta inúmeras aplicações, quer como material de embalagem, impermeável à água, quer em garrafas, materiais isoladores, protetores da corrosão, brinquedos, cabos elétricos, canalizações, entre outras.

### **1.6 Caracterização do local de estágio**

Este trabalho foi realizado na IDAL – Alimentos SA, localizada em Benavente, que produz derivados de tomate a partir de concentrado do tomate, sendo este igualmente produzido pela empresa.

A SUGALIDAL – Indústrias de Alimentação, S.A. é uma empresa privada de capitais exclusivamente nacionais e foi fundada há mais de 50 anos, permanecendo como uma organização familiar, sendo hoje a maior empresa do sector na Europa e uma das maiores a nível Mundial. É constituída por três fábricas: duas delas em Portugal, sediadas na Azambuja e Benavente. O crescimento ao longo destes mais de 50 anos tem sido fruto do trabalho e dedicação de uma equipa coesa, que transmite os valores e conhecimentos de geração em geração, que tem procurado apostar sempre mais na qualidade e inovação dos seus produtos.

#### **Embalagens utilizadas nos produtos da Sugalidal**

Nos produtos produzidos pela Sugalidal são utilizados diferentes tipos de embalagens:

- Tetra Pack (200-500 ml)
- Vidro (200-1500 ml)
- Plástico (200-1000 ml)
- Tubo (100-250g)
- Latas/bidons (800g-5kg)
- Doypack (100-750ml)

A Sugalidal produz para diversas marcas entre elas:

- Guloso
- Pingo Doce
- Amanhecer
- Dia
- Panzani
- Heinz
- Morrisons

- Saint Eloi
- Esselunga

Podemos dividir os produtos de tomate em produtos destinados ao consumidor, restauração/ catering e indústria.

### 1.6.1 Produtos destinados ao consumidor

Estes produtos encontram-se usualmente nas grandes superfícies. No caso dos produtos da Sugaldal (Figura 1.10), são embalados em embalagens de tamanho pequeno e variável – desde os 100mL aos 1000mL em diferentes tipos de embalagem (tetra pack, vidro, plástico, tubos, Doypack ou latas).



**Figura 1.10** - Produtos destinados ao consumidor e embalagens utilizadas

### 1.6.2 Produtos destinados à restauração / catering

Tal como os produtos destinados ao consumidor, estes produtos facilitam muito a restauração. Os produtos são basicamente os mesmos embora sejam embalados em embalagens de maior dimensão.

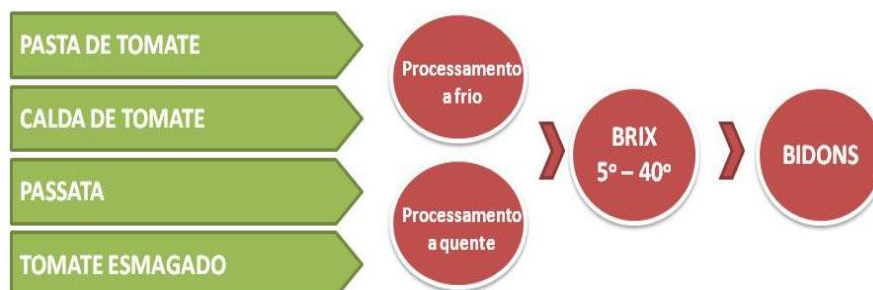


**Figura 1.11** - Produtos destinados à restauração e embalagens utilizadas



### 1.6.3 Produtos destinados à indústria

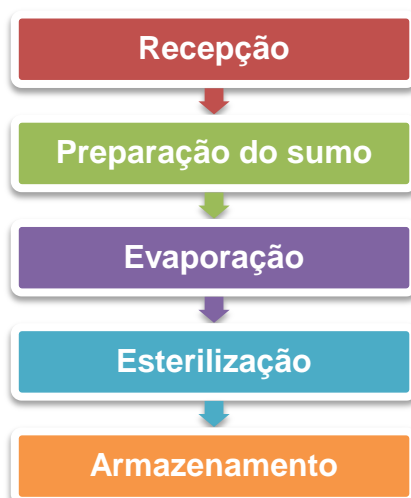
Os produtos base são comercializados para serem utilizados directamente noutras indústrias que utilizem o tomate na preparação dos seus produtos (figura 1.12). Por exemplo, por uma indústria de produção de pizzas e que não tenha a sua própria produção de molho de tomate.



**Figura 1.12** - Produtos destinados à indústria, processos e embalagens utilizadas

### 1.6.4 Produção de produtos à base de tomate

Na Sugallid, o produto passa pelas seguintes etapas:



**Figura 1.13** – Diagrama de percurso do produto na indústria

#### Recepção

Todo o tomate recepcionado é classificado, com base numa amostra aleatória, e valorizado de acordo com as disposições contratuais, sendo de realçar as seguintes características a avaliar:

- Ser apto para a transformação industrial, estar maduro, ser vermelho e sadio;
- Teor de sólidos solúveis ( °Brix);
- Critérios de qualidade.

Sempre que um lote ultrapasse os níveis máximos de defeitos admitidos, é recusado.



### **Preparação do sumo**

O Tomate inicia o seu processo industrial com a lavagem que decorre em tapetes rolantes, com o fruto sempre em movimento, para permitir uma lavagem total e manter a sua integridade e frescura. Após a lavagem inicia-se então a preparação do sumo.

O tomate é triturado e aquecido, para se efectuar a inactivação enzimática. As temperaturas utilizadas no aquecimento serão maiores ou menores dependendo da consistência e tipo de produto que se pretende obter – pode ser:

- Cold Break – neste caso a temperatura será mais baixa e o produto final que se pretende obter é menos consistente.
- Hot Break – O produto é sujeito a uma temperatura mais alta e o produto final mais consistente, sendo para o efeito utilizado um equipamento próprio.
- Semi Hot Break ou Warm Break – Será um produto intermédio.

Na passadora/refinadora – efectua-se a extracção do sumo com a remoção das peles e sementes – como o nome indica o tomate passa por um crivo com pás rotativas. O crivo varia de acordo com as características do produto final que se pretende obter.

### **Evaporação**

O sumo passará para a fase da evaporação, onde de uma forma simples e bastante automatizada se evapora a água do tomate, com recurso a vácuo e a temperatura.

A tecnologia utilizada pela Sugaldal tem permitido a optimização da fase evaporação pela utilização de dois tipos de equipamentos - um pré-concentrador e um evaporador, com a utilização simultânea de ambos os equipamentos o processo de evaporação é mais rápido, obtendo-se concentrado de Tomate com as características organolépticas do tomate fresco, preservando assim, a sua cor e sabor naturais. O grau de evaporação será tanto maior quanto o grau de concentração final que se pretende obter.

### **Esterilização**

O Tomate já concentrado é esterilizado e embalado em sacos para posterior armazenagem. O enchimento é feito em Câmara Asséptica e os sacos também eles assépticos são fornecidos previamente esterilizados.

### **Armazenamento**

O produto produzido ao longo dos 2 meses da campanha é armazenado em latas, bidons e bins. A principal razão para a evaporação é reduzir o volume, baixando desta forma o custo de transporte, embalagem e armazenamento.

Na SUGALIDAL são produzidos inúmeros produtos a partir deste concentrado:

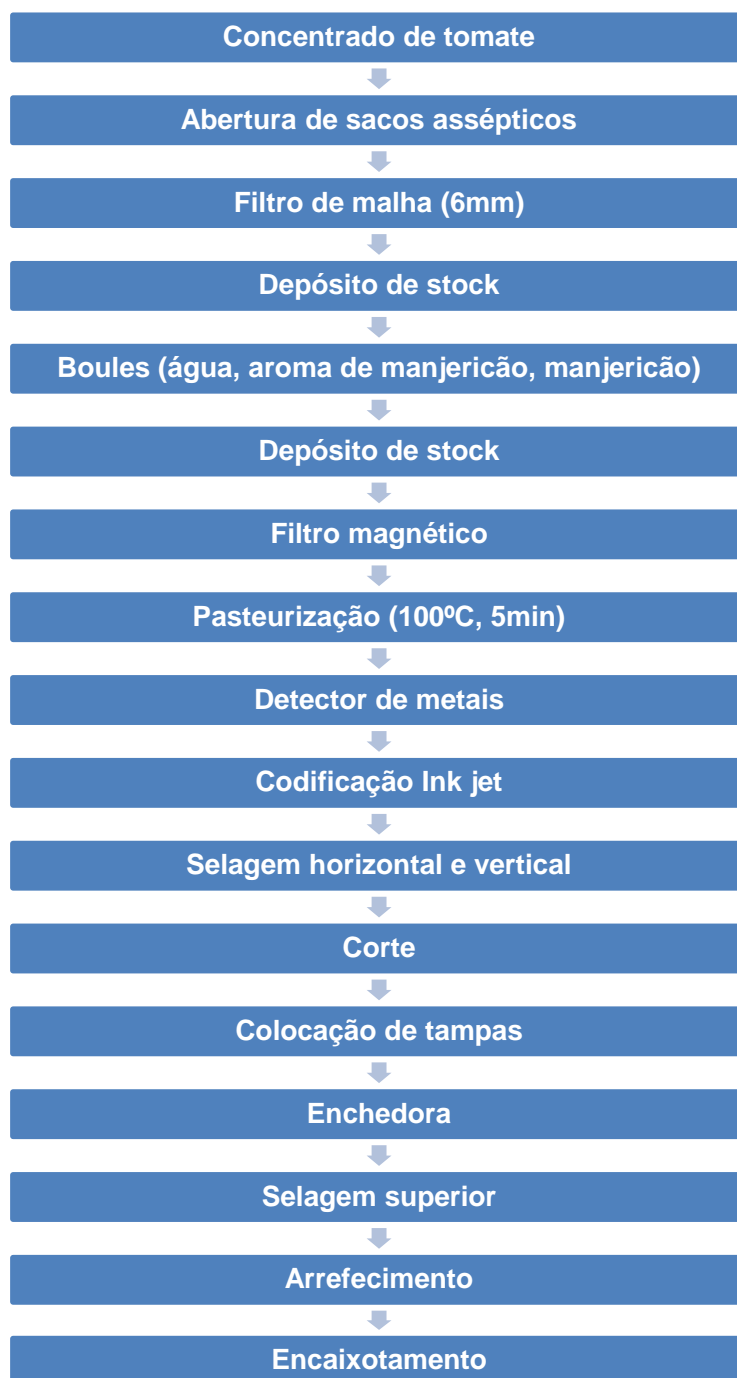
- Molhos QB (A L´Italiana, Bolonhesa, Cogumelos, Original, Pimentos)
- Tomacouli (Nature, Basilic, Saveur Herbes de Provence, 100% Tomates Fraîches Nature)
- Ketchup (e Hot Ketchup)
- Concentrado de tomate
- Polpa de tomate
- Chili Sauce
- Pizza Sauce
- Passata de Tomate, Manjerição e Orégãos

Estes produtos são embalados em diversos tipos de embalagens, já referenciadas acima. A embalagem mais recentemente denomina-se *doypack* e é usada, nesta empresa em específico, para embalar produtos tomacouli e molhos QB.

## **2 Proposta de estudo**

Este trabalho tem como objectivo estudar o comportamento de um produto à base de tomate – Tomacoulli Basilic 300g da Panzani – embalado em embalagem *Doypack* ao longo do tempo de prateleira.

O concentrado de tomate previamente produzido é utilizado para obter os restantes produtos, entre eles o produto em estudo – Tomacoulli Basilic (figura 2.1).



**Figura 2.1 – Fluxograma do processo**

De acordo com a Figura 2.1, o concentrado de tomate previamente acondicionado em sacos assépticos até à altura da produção do Tomacouli basilic, vai passar por um filtro de 6mm (para evitar a passagem de possíveis sólidos) e segue para cozinha industrial onde vão ser adicionados os ingredientes restantes (aroma natural de manjerição, manjerição e água).

Esta mistura é sujeita a uma pasteurização (*set point*  $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ) e homogeneização e feita passar por um detector de metais. As embalagens (PET+ALUM+PE) são cheias numa máquina de enchimento, onde se garante a estanquicidade da embalagem através de soldaduras na extremidade da embalagem.

As embalagens são arrefecidas num pasteurizador/arrefecedor, com água clorada entre 1-2 ppm, com temperaturas de  $90\text{-}94^{\circ}\text{C}$  por 3 metros na 1ª secção e  $25^{\circ}\text{C}$  na 2ª secção (temperatura ambiente).

As embalagens são codificadas com o prazo de validade, código de produção e hora e são colocadas manualmente em caixas de 8 unidades e encaixotadas em caixas de cartão.

O produto é analisado durante a totalidade do seu prazo de validade (que corresponde ao prazo de validade da embalagem) no que diz respeito às suas características físico-químicas e microbiológicas.

Estas análises vão ser determinantes para perceber se a embalagem é indicada para o produto e ter percepção se será necessária uma embalagem com estas características e tão cara para garantir uma boa qualidade do produto final ao longo de todo o tempo de prateleira.

Este estágio teve como objectivo determinar as alterações físico-químicas e microbiológicas de um produto, embalado em *Doypack*, ao longo do tempo de prateleira.

### 3 Materiais e métodos

#### 3.1 **Características do produto** (ME.01.180/0 – Manual de especificações interno da Sugaldal)

Produto: Tomacouli Basilic

Cliente: França

Peso líquido: 300g

Ingredientes: Água, concentrado de tomate 34%, manjerição 0,6%, aroma natural de manjerição.

Análise nutricional:

**Tabela 3.1** – Informação nutricional do produto em estudo (Tomacouli Basilic)

Valores médios	Por 100g
<b>Valor energético</b>	114 kJ/27 Kcal
<b>Proteínas</b>	1,5 g
<b>Hidratos de carbono</b>	4,5 g
<b>dos quais açúcares</b>	4,3 g
<b>Lípidos</b>	0,1 g
<b>dos quais saturados</b>	Vestígios
<b>Fibras</b>	1,0 g
<b>Sódio (sal)</b>	0,07 g (0,2 g)

Embalagem primária: Embalagem Doypack (PET+ALUM+PE) com tampa plástica vermelha

Embalagem secundária: Caixa de cartão com impressão

Prazo de validade: 12 meses

#### 3.2 **Características técnicas da embalagem**

**Tabela 3.2** – Características técnicas da embalagem

Propriedades	Valores típicos
Espessura	121± 2 µm
Densidade	1,14 ± 0,02 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitário	138,7 ± 2 g/m <sup>2</sup>
Temperatura de início de soldadura	125°C
Permeabilidade ao vapor de água	0,1 g/m <sup>2</sup> /24h
Permeabilidade ao oxigénio	0,1 cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /24h

### **3.3 Metodologia e materiais**

Foram retiradas amostras para analisar o produto ao longo do tempo de prateleira. Para ser possível fazer uma análise que correspondesse aos 12 meses de prazo de validade dentro do tempo previsto de estágio foi necessário armazená-las numa estufa a 30°C. Em todo o caso, foram feitas análises correspondentes a 280 dias de tempo de prateleira (9,3 meses), por impossibilidade de aumentar o tempo de estágio.

De acordo com a documentação relativa à determinação do prazo de validade dos produtos, na Sugallidal, “utiliza-se o processo que promove o envelhecimento desses, a uma velocidade 2,5 vezes superior por incubação a 30°C”. Deste modo, cada 12 dias na estufa corresponde a 30 dias de tempo de prateleira a temperatura ambiente (cerca de 20°C).

Sendo que o acesso ao laboratório da indústria só poderia ser feito de Segunda-feira a Sexta-feira, as análises foram efectuadas sempre à Segunda-feira e à Terça-feira de 2 em 2 semanas (14 dias). Este período de tempo simula 35 dias de prateleira à temperatura ambiente.

- São retiradas 4 amostras da estufa e colocadas num recipiente com água fria ou gelo de modo a arrefecê-las rapidamente, até atingirem os 25°C.

Para as análises físico-químicas e microbiológicas devem ser retiradas amostras independentes de modo a manter a assepsia da amostra no segundo grupo. Para tal, são utilizadas 3 amostras para fazer as análises físico-químicas e 1 para as análises microbiológicas. Estas amostras são provenientes do mesmo lote de produção e tem como intuito fazer uma média dos resultados obtidos.

Após algum tempo a arrefecer, as amostras são colocadas em copos metálicos devidamente enumerados (Figura 3.1). Mede-se a temperatura para verificar se está de acordo com a pretendida (25°C).



**Figura 3.1** – Recipientes identificados com as amostras correspondentes

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Os resultados estatísticos foram tratados pelo programa Excel SAS System for Windows.

### **3.3.1 Análises físico-químicas**

#### **3.3.1.1 Sal (Método de Mohr) (Manual de métodos interno)**

Como mostra a Figura 3.2, com o auxílio de uma balança analítica pesa-se 10g do produto e adiciona-se 190mL de água destilada. Com ajuda de uma espátula dissolve-se o produto na água e filtra-se a solução obtida com papel de filtro. Pipeta-se 20mL do filtrado para um boião de vidro bem seco. Com o auxílio do conta-gotas, adiciona-se 6 a 10 gotas de cromato de potássio a 20% p/v. Procede-se à titulação com nitrato de prata (N/20) com o auxílio da bureta até mudança de cor (de amarelo para amarelo alaranjado). Regista-se o volume de nitrato de prata utilizado. Utiliza-se a tabela de conversão para determinar a % de sal (Anexo 1).



**Figura 3.2 – Montagem para medição da % de sal**

#### **3.3.1.2 Acidez (Manual de métodos interno)**

Com o auxílio de uma balança analítica pesa-se 6g do produto a analisar e adiciona-se 100 ml de água destilada. Colocar o boião com o preparado e barra magnética sobre o agitador magnético. Colocar também o eléctrodo de pH no interior do boião, de modo a poder-se efectuar a leitura em contínuo do pH. Ligar a agitação tendo o cuidado de a barra magnética não bater no eléctrodo. Adicionar lentamente Hidróxido de Sódio 0,1N até que o pH da solução chegue aos 8,20. Registrar a quantidade de Hidróxido de Sódio 0,1N gasto (Figura 3.3). Utiliza-se a tabela de conversão determinar a acidez total (Anexo 2).



**Figura 3.3 – Montagem para determinação da % de acidez**

### 3.3.1.3 **pH** (Manual de métodos interno)

A medição do pH é efectuada com recurso a um medidor de pH do modelo Metrohm® 827 pH Lab Meter (Figura 3.4).

Mergulhar o eléctrodo no produto a analisar, aguardar alguns instantes. Registrar o valor de pH. Lavar o eléctrodo após cada utilização, secar com um guardanapo e colocar em água destilada entre utilizações.



**Figura 3.4 – Medidor de pH modelo Metrohm® 827 pH Lab Meter**

### 3.3.1.4 **°Brix** (Manual de métodos interno)

Para a obtenção do °Brix utiliza-se um refractómetro Bellingham Stanley 320 (Figura 3.5), no qual se coloca um pouco de amostra na zona de leitura. Procede-se à leitura.



**Figura 3.5 - Refractómetro Bellingham Stanley 320**

### 3.3.1.5 **Consistência** (Manual de métodos interno)

É utilizado um consistómetro de Bostwick que é uma régua de aço inoxidável. Com o auxílio de uma espátula, enche-se o cubículo com amostra e deixa-se escorrer o produto, por gravidade, durante 30 segundos (Figura 3.6). É registada a distância percorrida.



**Figura 3.6 – Consistómetro de Bostwick**



### 3.3.1.6 **Cor** (Manual de métodos interno)

A cor dos produtos derivados de tomate é avaliada por comparação com um padrão. Com a ajuda de uma espátula coloca-se parte da amostra dentro do copo de vidro (Figura 3.7) e procede-se à medição, cujos valores ficam registados no computador. O equipamento utilizado (Figura 3.8) é LabScan XE – Hunter Lab, obtém os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ;  $L$  representa a luminosidade,  $a^*$  define a transição da cor verde ( $-a^*$ ) para a cor vermelha ( $+a^*$ ) e  $b^*$  representa a transição da cor azul ( $-b^*$ ) para a cor amarela ( $+b^*$ ).



**Figura 3.7** – Copo de vidro utilizado para colocar o produto



**Figura 3.8** – Equipamento para medição da cor LabScan XE – HunterLab

### 3.3.2 **Análises microbiológicas**

Para a realização das análises microbiológicas é utilizada apenas uma amostra por análise. A preparação das amostras para análise é efectuada numa câmara de fluxo laminar vertical FASTER Bio 48 (Figura 3.9).



Figura 3.9 – Câmara de fluxo laminar vertical FASTER Bio 48

3.3.2.1 *Pesquisa de Lactobacillus spp.* (Manual de métodos interno)

Colocar num boião esterilizado uma amostra de modo a perfazer cerca de metade do boião, e juntar 1 dedo de meio de enriquecimento (constituído por 20 g de peptona, 15 g de extracto de levadura, 6,6 g de dextrose e 6,6 g de frutose) (Figura 3.10).

Colocar na estufa a 30°C, durante 24 horas. Com o auxílio de uma ansa esterilizada, proceder à inoculação da amostra na placa de Petri com o meio MRS Agar, através do sistema de zig-zag.

Incubar as placas de Petri a 30°C durante 5 dias (Figura 3.11). Após os 5 dias verificar a presença/ausência de colónias brancas circulares na zona de inoculação. Numa lâmina utilizar o método de coloração de Gram (como será explicado mais à frente, para verificar se houve crescimento relativamente à amostra inicial – retirada directamente da embalagem).



Figura 3.10 – Meio de enriquecimento



Figura 3.11 – Armazenamento das placas em estufa

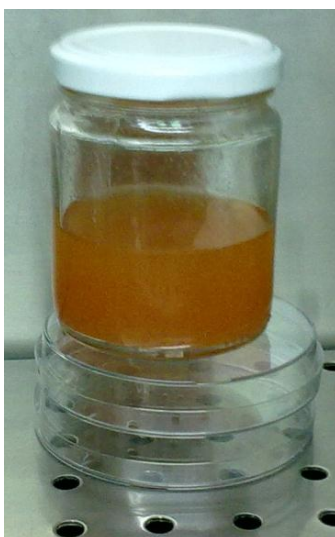
**3.3.2.2 Contagem de fungos (leveduras e bolores)** (Manual de métodos interno)

Na camara de fluxo laminar e com o auxílio de uma balança analítica (Figura 3.12), pesar 10g de amostra para um boião de vidro esterilizado e introduzir 90g de triptona sal (Figura 3.13).



**Figura 3.12** – Balança analítica marca Cobos Precision

Colocar a tampa e homogeneizar (aguardar aproximadamente 30 minutos). Retirar 1ml da solução e distribuir em 2 placas de Petri contendo meio *Cooke Rose Bengal Agar* (0,5ml em cada uma) movendo as placas de Petri de modo a permitir uma distribuição homogénea do meio de cultura. Para aumentar a selectividade do meio pode ser necessário adicionar um suplemento de clorotetraciclina.



**Figura 3.13** – Triptona sal com amostra

Após solidificação do meio, colocar as placas invertidas a incubar (Figura 3.14), à temperatura ambiente (25°C), no escuro, durante 5 dias. Proceder à contagem das colónias.

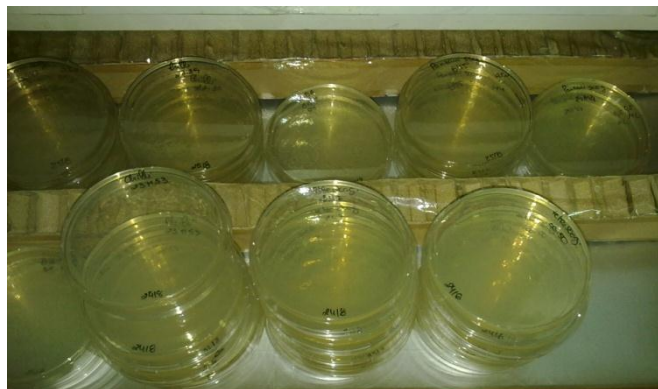


Figura 3.14 – Armazenamento das placas

### 3.3.2.3 *Coloração de Gram* (Manual de métodos interno)

Com o auxílio de uma ansa, espalhar uma camada fina de cultura que se pretende examinar sobre uma lâmina limpa e isenta de gorduras. Secar a camada de cultura utilizando a chama de um bico de gás. Colocar num porta-lâminas e inundar com Violeta de Metilo, aguardar 30 segundos (Figura 3.15). Lavar a lâmina com água e secar com ar comprimido ou papel higiénico.

A coloração de Gram é feita a partir de uma amostra do produto assim que é retirado da embalagem e a partir do preparado feito no boião e ao qual se adicionou meio de enriquecimento. Serve para comparar as contagens de microrganismos na amostra inicial e após 24h com meio de enriquecimento.



Figura 3.15 – Coloração de Gram

Examinar ao microscópio (Figura 3.16) 25 campos e somar o total de microrganismos encontrados de forma a fazer uma comparação da amostra inicial para a amostra ao fim de 24 horas, onde o crescimento deverá ser nulo (usando amostra do boião para a verificação da existência de *Lactobacillus* spp.).



**Figura 3.16** – Observação da lâmina ao microscópio

## **4 Resultados e discussão**

Com o objectivo de se obter um produto final de qualidade é necessário a execução de análises físico-químicas e microbiológicas. Devido ao processamento a que o concentrado de tomate é submetido, sabe-se que é um produto muito estável mas não devemos descurar a linha de fabrico, a embalagem, a higienização e a manutenção dos equipamentos e instalações. A execução de análises físico-químicas é importante de modo a garantir que o produto final esteja de acordo com as especificações. Já a execução de análises microbiológicas, é importante de modo a garantir que o tratamento térmico utilizado durante o processamento é eficaz, obtendo-se um produto final seguro para o consumidor (Talaia, 2007).

As especificações do produto final, como o concentrado de tomate, estão regulamentadas pela Norma Portuguesa – 1581/1987.

### **4.1 Análises físico-químicas**

Durante o processamento e armazenamento de produtos à base de tomate, podem surgir algumas alterações físicas e químicas do mesmo. Aquando do processamento do tomate, pode ocorrer o escurecimento e reacções de degradação do produto (Serrano *et al*, 2008). Pode haver degradação sequencial dos lípidos (por exemplo, pelas lipoxigenases), quebra de açúcares, reacções de escurecimento enzimático e não enzimático e oxidação de metais de transição, carotenóides, vitamina C, entre outros (Thakur *et al*, 1996; Hayes *et al*, 1998). A análise de alguns ou de todos estes parâmetros permite avaliar as alterações mais ou menos significativas que podem ocorrer devido ao processamento e armazenamento. Os resultados obtidos estão em anexo (Anexo 5) sendo neste capítulo expressos sob a forma gráfica.

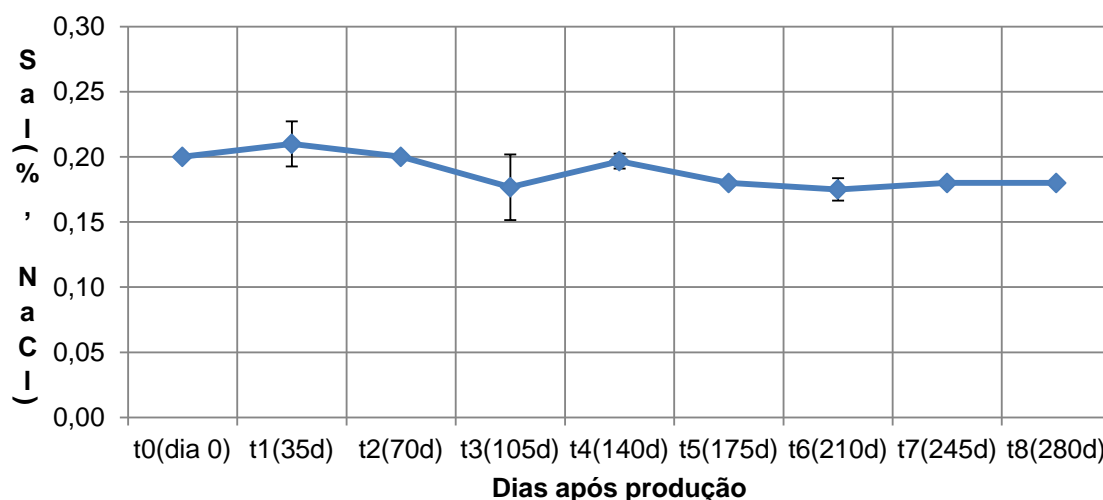
#### **4.1.1 Teor em Sal (%)**

O teor de sal no concentrado de tomate é um parâmetro que é habitualmente analisado, como forma de controlo da qualidade do produto final. Apesar de não ser adicionado sal no processamento do produto em estudo, este está presente no produto final pela adição de manjerição (0,02 g de sódio por 100g de manjerição, ficha de produto do manjerição – Anexo 3), para além do sódio presente no tomate. Pretende-se portanto avaliar se os teores de sal do produto final estão de acordo com os indicados no Regulamento CEE 1764/86. De acordo com o indicado neste regulamento, a quantidade de sal adicionado não deve exceder 3 % do peso líquido para os concentrados de tomate e a concentração em cloretos naturais deve considerar-se igual a 2 % da concentração em resíduo seco.

No que diz respeito ao teor em sal (% NaCl), os valores oscilaram entre os 0,17-0,21% ao longo do tempo de prateleira (figura 4.1), valores inferiores aos referidos no regulamento, estando portanto de acordo com a legislação em vigor e inferiores aos valores encontrados em

concentrado de tomate num estudo realizado por Valencia *et al* (2002), cuja concentração de sal se fixava nos 1,5 %.

Pode observar-se um ligeiro decréscimo ao longo do tempo de armazenamento do produto, embora pouco notório (Figura 4.1).



**Figura 4.1** – Teor de sal (% NaCl), no produto em estudo ao longo do tempo de prateleira (em dias, a 20°C)

**Tabela 4.1** – Análise de variância (ANOVA) dos resultados do teor de sal (% NaCl) ao longo do tempo de prateleira

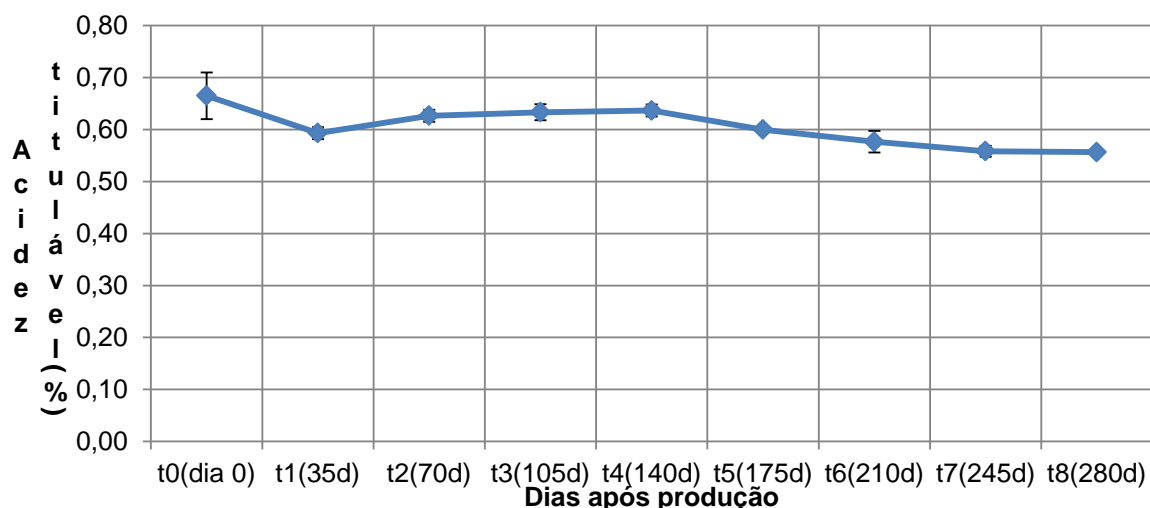
Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	0,003996296	8	0,0005	4,316	0,004771	2,510158
Dentro de grupos	0,002083333	18	0,000116			
Total	0,00607963	26				

Tendo em conta o nível de significância  $P < 0,05$  (Tabela 4.1), conclui-se que existem diferenças significativas entre as médias do teor de sal (%), com um nível de significância de 5%, ao longo do tempo de prateleira. Em todo o caso, a tendência de redução que se verifica ao longo do tempo de prateleira resulta apenas no abaixamento em três centésimas. O facto de se ter obtido significância na variabilidade dos resultados resulta de um desvio padrão muito reduzido na análise em triplicado, em cada data de análise. Os resultados obtidos estão de acordo com a descrição do produto da tabela 3.1, que indica um teor de sal de 0,2g/100g de produto.



#### 4.1.2 Acidez titulável total

No que diz respeito à acidez titulável total, expressa em ácido cítrico monohidratado, oscila entre os 0,56-0,67 (%), havendo uma variação ao longo do tempo de prateleira, mas em que se verifica uma tendência para a redução, ao longo dos 280 dias, sobretudo a partir dos 140 dias (figura 4.2).



**Figura 4.2** – Acidez titulável total, expressa em ácido cítrico monohidratado (%), no produto ao longo do tempo de prateleira (em dias, a 20°C)

Tendo em conta que o  $P < 0,05$  (Tabela 4.2), conclui-se que existem diferenças significativas entre as médias do valor de acidez titulável total, com um nível de significância de 5%, ao longo do tempo de prateleira. Podemos constatar que existe uma correlação negativa (-0,81382) entre o tempo de armazenamento e a acidez. Esta tendência poderia ser mais evidente se abrangesse um período de análise maior. A acidez titulável decresceu de 0,67% (tempo 0) para 0,56% (após 280 dias).

**Tabela 4.2**– Análise de variância (ANOVA) dos resultados do teor de acidez titulável total, expressa em ácido cítrico monohidratado (%) ao longo do tempo de prateleira

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	0,034057	8	0,004257	11,84987	9,28E-06	2,510158
Dentro de grupos	0,006467	18	0,000359			
Total	0,040524	26				



A determinação da acidez titulável é um parâmetro de qualidade importante no processamento do tomate. A acidez do produto contribui para o sabor e aroma, e o seu valor indica a quantidade de ácidos orgânicos presentes (Anthon e Barrett, 2012). Os ácidos orgânicos são produtos intermediários do metabolismo respiratório dos frutos (Roca, 2009).

O ácido cítrico é o ácido mais abundante no tomate e é o que mais contribui para a acidez titulável. A redução da acidez titulável associada à maturação dos frutos é devida à perda de ácido cítrico. O ácido glutâmico e o ácido málico também contribuem para a acidez titulável. O ácido glutâmico está presente no tomate em níveis comparáveis ao do ácido cítrico e pode ser um importante contribuinte para o aroma do produto. O ácido málico está geralmente presente em valores mais reduzidos do que o ácido cítrico, variando entre diferentes cultivares. (Anthon e Barrett, 2012)

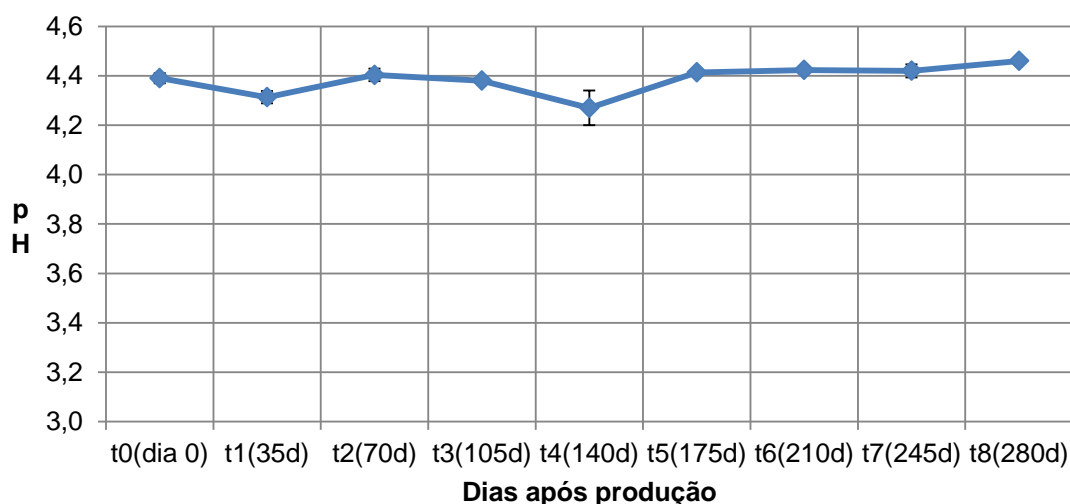
Stevens e Rick (1986) relataram valores de percentagem de ácido cítrico variando de 0,40 a 0,91%. Os valores de acidez obtido neste estudo enquadram-se nos valores relatados para o fruto pelos autores referidos. Os valores obtidos são ligeiramente inferiores aos valores obtidos por Anjos *et al.* (2003), que referem o intervalo de valores de 0,64-0,88% em puré de tomate. Os valores de acidez observados são inferiores aos valores reportados por Safdar *et al.* (2010) que indica, valores iniciais de acidez titulável de 1,7%. É importante ter em conta que se trata de produtos diferentes, sendo que o analisado por Safdar *et al.* (2010) é um concentrado de tomate e o nosso produto mais diluído.

Ao longo do tempo de armazenamento, verificou-se uma ligeira diminuição da acidez do tempo “0” para os 35 dias, um ligeiro aumento dos 35 dias para os 70 dias, que estacionou até aos 140 dias, verificando-se depois uma redução com significado entre os 140 dias e os 280 dias. A redução que se observa na acidez titulável, pode dever-se ao consumo dos ácidos orgânicos, como os ácidos málico e cítrico, como substratos primários na respiração que pode ainda ocorrer na embalagem tal como indicado por Ali *et al.* (2010). Pode dever-se igualmente à oxidação do ácido ascórbico durante o armazenamento (Safdar *et al.*, 2010). O ligeiro aumento observado entre os dias 35 e 70 pode ser atribuído a reacções de amins básicas que formam compostos com baixa basicidade e à oxidação de álcoois e aldeídos a ácidos (Safdar *et al.*, 2010).

#### **4.1.3 pH**

Entende-se por pH uma medição da concentração hidrogeniônica. Uma das características que o concentrado de tomate deve ter é que o seu valor de pH não exceda 4,5, de forma a constituir um factor de conservação e de estabilidade em termos microbiológicos e bioquímicos (Regulamento (CEE) 1764/84).

Podemos observar que a tendência do pH é ir aumentando ao longo do tempo de prateleira, com uma correlação positiva de 0,521 (Figura 4.3). No 4º dia de análise há um ponto discrepante mas inconclusivo. De forma geral, a evolução do pH é crescente. O intervalo de valores obtido situa-se nos 4,19-4,46. Estes resultados indicam que o produto está conforme uma vez que os valores obtidos são inferiores a 4,5.



**Figura 4.3** – Variação do pH ao longo do tempo de prateleira prateleira (em dias, a 20°C)

Tendo em conta que o  $P < 0,05$  (tabela 4.3), conclui-se que existem diferenças significativas entre as médias do pH, com um nível de significância de 5% ao contrário dos resultados encontrados por Pereira (1987) durante 60 dias de armazenamento, onde os valores médios do pH não diferiram estatisticamente. Tal como já referido, verifica-se uma tendência para o aumento do pH, o que está de acordo com os valores da acidez titulável, em que se observou uma redução dos ácidos orgânicos no meio, e pela mesma razão apontada.

**Tabela 4.3** – Análise de variância (ANOVA) entre o pH e o tempo de prateleira

Fonte de variação	SQ	Gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	0,083585	8	0,010448	12,4823	6,39E-06	2,510158
Dentro de grupos	0,015067	18	0,000837			
Total	0,098652	26				

No estudo de Monteiro (2008), tal como indicado no trabalho de Pereira (1987), também não se observou uma variação significativa nos valores de pH com o tempo de armazenamento. Os valores variaram de 3,59 a 3,98, no armazenamento (Monteiro, 2008).

De acordo com Regulamento (CEE) 1764/84, é desejável ter um pH inferior a 4,5 para impedir a proliferação de microrganismos no produto final, tal como já tinha sido referido, o que foi cumprido nesta avaliação do produto. Mas o pH, a par da acidez, é um parâmetro não só importante para assegurar a segurança alimentar do produto mas também do ponto de vista da qualidade e da sua aceitação pelo consumidor. Efetivamente, se o produto à base de tomate se revela com um pH muito baixo, e com uma elevada acidez, este pode ser rejeitado para o consumo. Por esse motivo, no processamento do tomate é habitualmente especificado o intervalo de 4,2-4,3 no produto final, de forma a garantir quer a segurança quer a qualidade do produto (Anthon e Barrett, 2012). Na Sugaldal, os valores de referência oscilam entre os 4,10-4,40 (Manual de especificações interno da Sugaldal), o que significa que o produto só cumpriu com as especificações até aos 140 dias de tempo de prateleira. A partir desta data, o produto deixa de cumprir com o Manual de especificações interno da Sugaldal embora cumpra com o que está indicado no regulamento. Em todo o caso, existe uma tolerância que permite que o produto tenha um pH situado entre os 4,05 e os 4,45 o que engloba os resultados de todas os dias de análise excepto a referente ao t8 (referente aos 280 dias de armazenamento).

Estes resultados levam-nos a crer que o pH fica fora dos valores admissíveis a partir dos 280 dias de armazenamento, quando na realidade deveria estar dentro desses valores até aos 365 dias de armazenamento (correspondentes aos 12 meses de prazo de validade do produto e embalagem). Se prolongássemos o tempo de estudo, seria possível verificar se efectivamente o valor de pH se manteria acima dos 4,5 permitidos.

A observação de um aumento do pH com o armazenamento (e uma menor acidez) pode dever-se, como já foi referido, à oxidação do ácido ascórbico (Dewanto *et al.*, 2002), o que torna o produto menos ácido, com maior pH. Teria sido interessante avaliar no produto ao longo do tempo de prateleira os teores em ácido ascórbico para verificar se ocorreu esta correlação. A perda de aminoácidos resultante da sua redução pode também originar o aumento do pH do meio (Lozano, 2006).

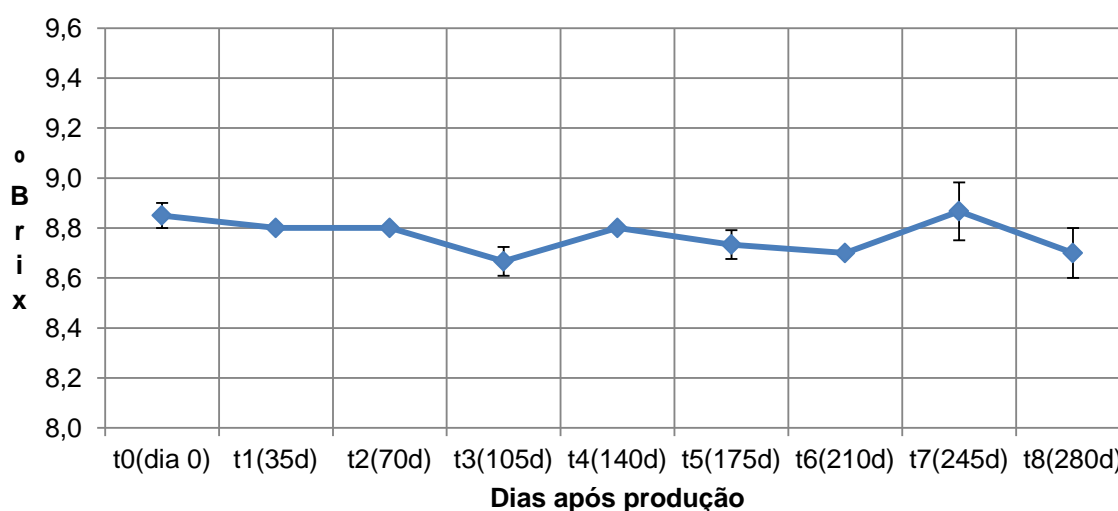
#### **4.1.4 Sólidos solúveis (°Brix)**

A Norma NP-785 de 1985, define o resíduo seco solúvel como a fracção do resíduo seco total que se encontra dissolvida no produto expressa em sacarose. Este parâmetro representa um dos índices de maturação dos frutos e traduz o grau de doçura de tomate fresco. Trata-se de um parâmetro, cujo conhecimento interessa às várias partes envolvidas no processo (produto, fabricante, cliente), pelas seguintes razões:

- A matéria-prima é paga consoante o teor em sólidos solúveis (°Brix);
- O produto final deverá apresentar a concentração requerida pelo cliente, de modo a que a empresa transformadora não incorra em gastos adicionais.

O método para determinação do °Brix, consiste em medir um índice de refração do produto ou da diluição aquosa a 20°C, utilizando para isso um refractómetro (Anexo 4). O resultado da leitura do refractómetro é expresso numa percentagem de massa e no caso do concentrado de tomate o °Brix deve ser igual ou superior a 18% (INE, 2005).

Os valores de referência para o produto em estudo (que está mais diluído do que o concentrado) estão entre 8,5-10,0 °Brix (ME.01.180/0 – Manual de Métodos Interno da Sugallid, valores requisitados pelo cliente), pelo que nas médias das análises efectuadas, o produto estava dentro do requisitado (figura 4.4).



**Figura 4.4 – Variação do °Brix ao longo do tempo de prateleira prateleira (em dias, a 20°C)**

Tendo em conta que o  $P < 0,05$  (Tabela 4.4), conclui-se que existem diferenças significativas entre as médias do °Brix, com um nível de significância de 5%.

**Tabela 4.4 – Análise de variância (ANOVA) entre o °Brix e o tempo de prateleira**

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	0,120741	8	0,015093	4,179487	0,005604	2,510158
Dentro de grupos	0,065	18	0,003611			
Total	0,185741	26				

A oscilação dos valores de °Brix foi na ordem das décimas, sendo que o valor mínimo e máximo foi 8,6 e 9,0, respectivamente; pelo que, apesar de se ter constatado que existem diferenças significativas entre as médias do °Brix ao longo do armazenamento, não se verificou uma tendência de aumento ou redução com o armazenamento. Significa, portanto, que os açúcares presentes no produto não sofreram alteração ao longo do armazenamento, nos 280 dias analisados, já que os açúcares representam a maior parte dos sólidos solúveis.

O °Brix pode ser alterado devido à evaporação da água livre, aumentando, assim a concentração de sólidos solúveis, tornando assim o produto mais consistente (Andrade, 2004). No entanto, no molho em questão, devido à embalagem e sua hermeticidade não é possível que ocorra evaporação significativa, o que pode explicar os valores constantes.

Este produto teve um comportamento semelhante ao do tomate em pó, no qual também se observaram pequenas oscilações ao longo do tempo de armazenamento mas sem qualquer tendência crescente ou decrescente (Pereira *et al*, 2006).

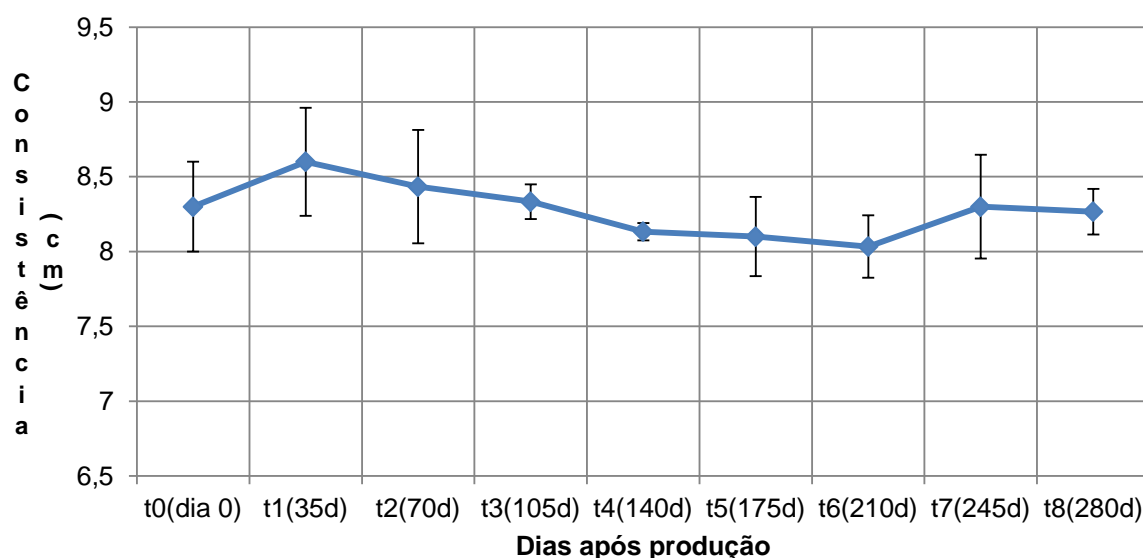
Teria sido importante prolongar o estudo, como já foi referido anteriormente, para perceber se os valores sofreriam alterações importantes a partir dos 280 dias até ao prazo de validade de um ano.

#### **4.1.5 Consistência**

A consistência é um dos parâmetros mais importante a ser considerado na determinação da qualidade global e aceitabilidade de muitos produtos à base de tomate (Gould, 1983). Nunes (1991) refere que a consistência é principalmente influenciada, a nível da composição físico-química pelas substâncias pécticas, celulose e teor em sólidos (solúveis e insolúveis); a nível bioquímico pela actividade de complexos enzimáticos que actuam sobre as substâncias pécticas; a nível tecnológico pelas operações de trituração, refinação, pré-aquecimento, concentração e tratamentos térmicos de conservação.

Para determinar a consistência do concentrado de tomate, é usual recorrer ao consistómetro de Bostwick. O consistómetro de Bostwick é usado para determinar a consistência de um material, e baseia-se na distância percorrida num determinado período de tempo (Gould, 1983). A temperatura da amostra deve ser muito bem controlada. Temperaturas mais altas levam a produtos menos viscosos e vice-versa, portanto, a temperatura da amostra deve ser verificada sempre antes de medir a viscosidade (Gould, 1983).

Os valores de consistência para este produto em específico devem estar entre os 7,0-9,0 cm (ME.01.180/0 – Manual de Métodos Interno da Sugaldal, valores requisitados pelo cliente). De acordo com os resultados indicados na figura 4.5, verifica-se que a consistência do produto se encontrava dentro do requisitado ao longo do tempo de armazenamento.



**Figura 4.5** – Variação da Consistência ao longo do tempo de prateleira (em dias, a 20°C)

Tendo em conta que o  $P > 0,05$  (Tabela 4.5), conclui-se que não existem diferenças significativas entre as médias da consistência, com um nível de significância de 5%. A correlação é de -0,066, o que aponta para uma tendência de decréscimo ao longo do tempo, embora pouco acentuada e sem significado estatístico. Isto está de acordo com um estudo realizado por Anthon e Barrett (2010) em concentrado de tomate, no qual não ocorreram alterações de consistência ao longo de 50 dias de armazenamento.

**Tabela 4.5** – Análise de variância (ANOVA) entre a Consistência e o tempo de prateleira

Fonte de variação	SQ	Gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	0,7333333	8	0,09166667	1,29581152	0,3061153	2,5101579
Dentro de grupos	1,2733333	18	0,07074074			
Total	2,0066667	26				

No processamento, a partir do momento em que o produto é submetido a temperaturas elevadas, as enzimas são inativadas. A partir dos 60-66°C já não há actividade de enzimas pectinolíticas. Neste produto em específico, são utilizadas temperaturas altas e as principais enzimas pectinolíticas – a pectinametilesterase (PME) e a poligalacturonase (PG) – são inativadas, o que ajuda obter um produto com elevada viscosidade. Com efeito, a acção destas enzimas na hidrólise das substâncias pécticas, está correlacionada com o aumento de pectinas solúveis e redução da viscosidade do produto (Anthon e Barrett, 2012). A inactivação

enzimática derivada do processamento resulta na obtenção de um produto que mantém a sua viscosidade e consistência ao longo do tempo de armazenamento.

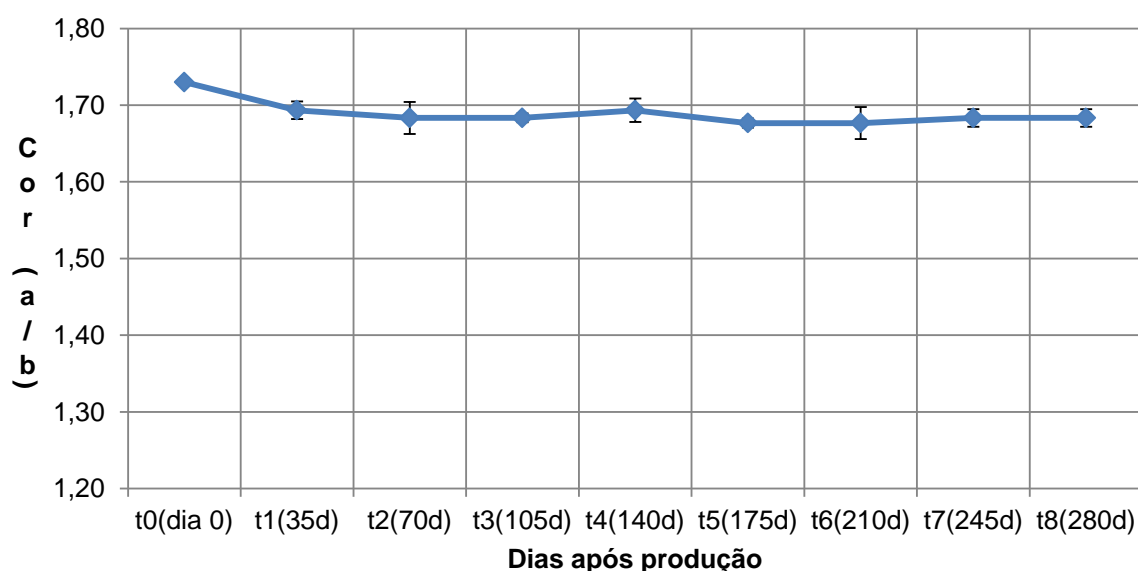
#### **4.1.6 Cor**

A cor é um dos factores de qualidade mais importantes no caso específico do tomate e em produtos à base de tomate (Gould, 1983).

No que diz respeito à degradação da cor, esta pode ser devida a um uso impróprio do calor ao longo do processo de fabrico e no caso do enchimento a quente, e armazenamento a altas temperaturas (Frenkel e Jen, 1989).

O equipamento utilizado para medir a cor tenta imitar a resposta do olho humano à cor. Mede com precisão pequenas diferenças de tonalidade, dada pela relação  $a/b$ , em que  $a$  e  $b$  são respectivamente a intensidade da cor vermelha e amarela, reflectidas por meio de uma ou mais células foto-elétricas. O aparelho também mede o valor de  $L$ , que representa luminosidade. A utilização da relação  $a/b$  implica que não se considere a variável luminosidade, embora certos autores defendam que este índice é só por si suficiente para definir a cor do tomate (Carvalho *et al.*, 2003)

De acordo com os resultados obtidos (Figura 4.6) podemos constatar que as variações a nível da cor são ligeiras.



**Figura 4.6 –** Variação da cor ( $a/b$ ) ao longo do tempo de prateleira prateleira (em dias, a 20°C)

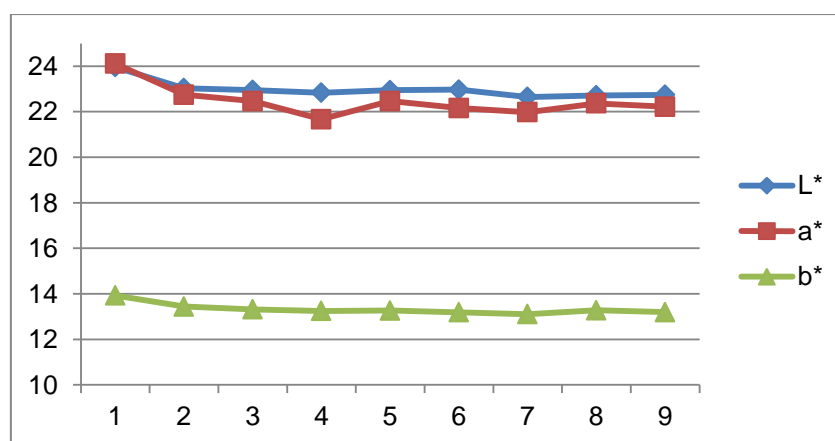
De acordo com as especificações, a cor (a/b) (correspondente à tonalidade) deve estar a níveis > 1,70 ((ME.01.180/0 – Manual de Métodos Interno da Sugaldal, valores requisitados pelo cliente), o que não acontece nas médias de nenhuma análise, excepto no ponto “0”. Isto poderá ser justificado pelo facto de os tomates usados na produção da pasta de tomate estarem pouco maduros.

Tendo em conta que o  $P < 0,05$  (Tabela 4.6), conclui-se que existem diferenças significativas entre as médias da cor (a/b), com um nível de significância de 5%, ao longo do tempo de armazenamento. Verifica-se uma tendência de redução da razão a/b que é mais significativa nos primeiros 35 dias de armazenamento.

**Tabela 4.6 – Análise de variância (ANOVA) entre a Cor e o tempo de prateleira**

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	0,006452	8	0,000806	4,632979	0,003315	2,510158
Dentro de grupos	0,003133	18	0,000174			
Total	0,009585	26				

Não menos importante que a relação a/b é a oscilação das variáveis  $a^*$  e  $b^*$  individualmente, bem como do valor de  $L^*$ . Na figura 4.7 é possível verificar uma diminuição dos valores de  $a^*$ ,  $b^*$  e  $L^*$ :



**Figura 4.7 – Valores de  $a^*$ ,  $b^*$  e  $L^*$  referentes à cor ao longo da amostragem**

A diminuição do valor de  $a^*$  (Figura 4.7) revela diminuição da cor vermelha, a diminuição do valor de  $b^*$  revela diminuição da cor amarela e a diminuição do valor de  $L^*$  revela a diminuição da luminosidade. O cálculo do ângulo de tonalidade ( $h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ ) indica que os valores estão entre os  $30^\circ$  e os  $31,5^\circ$ , valores próximos dos  $25^\circ$ , característicos dos vermelhos (Roca, 2009). Dado isto, é possível concluir que houve uma ligeira perda da cor vermelha e um escurecimento do produto à medida que o tempo de armazenamento aumentou, por aumento da intensidade.



Estes resultados estão de acordo com um estudo efectuado por Jaime *et al* (1998) sobre a estabilidade do molho de tomate, no qual concluíram que havia uma correlação positiva entre o tempo de armazenamento e a perda de cor em três materiais de embalagem diferente – vidro, metal e cartão.

Num outro estudo realizado, desta vez em tomate em pó, verificou-se uma diminuição dos valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , independentemente do tempo ou da temperatura de armazenamento. Os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  no tomate em pó, a temperaturas de 25°C e 37°C, diminuíram significativamente ( $P < 0,05$ ), mas não exibiram nenhuma redução significativa a 0°C. Deste modo, a cor vermelha do tomate em pó é afectada tanto pelo tempo de armazenamento como pela temperatura (Liu *et al*, 2010).

Durante o armazenamento, os molhos de tomate tendem a passar de vermelho para cor de laranja (Hyldon e Bhatia, 1989). Tem sido sugerido que a deterioração da cor dos produtos à base de tomate é causada pelo escurecimento enzimático, escurecimento não enzimático (reações de Maillard), oxidação do ácido ascórbico e de carotenóides (Kerkhofs *et al.*, 2005). A remoção de açúcares redutores e aminoácidos responsáveis pelo escurecimento, mostraram que a cor perdida se deve a perdas de licopeno, o carotenoide responsável pela maior parte da cor vermelha do tomate. O licopeno é extraordinariamente resistente ao calor mas pode tornar-se susceptível a isomerização e oxidação durante o processamento e armazenamento (Pelissari *et al.*, 2008; Diaz *et al.*, 2010).

De acordo com as especificações técnicas da embalagem, podemos verificar que a permeabilidade ao oxigénio é baixa, pelo que as perdas de cor não podem ser totalmente justificadas por reacções de oxidação por oxigénio vindo do exterior da embalagem.

Os carotenoides são quimicamente mais estáveis do que outros pigmentos encontrados em animais e plantas, como a clorofila, antocianinas, hemoglobina e mioglobina. Mas os carotenoides podem ser parcialmente destruídos sob condições de baixa percentagem de água em produtos de tomate, aquecimento, presença de iões metálicos ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , etc.), ou na presença de oxigénio (Gould, 1983).

## **4.2 Análise microbiológica**

Uma das partes integrantes e indispensáveis ao controlo de qualidade é a análise microbiológica, que lhe permite acompanhar de perto o processo tecnológico, contribuindo para melhorar a sua rentabilidade (Cruz *et al*, 1984) e também para avaliar a segurança do produto. Os principais microrganismos contaminantes dos produtos do tomate são as enterobactérias, lactobacilos, bolores e leveduras (MM.5A2.00/4 – Manual de métodos interno da Sugalidal)

#### **4.2.1 *Lactobacillus* spp.**

Os *Lactobacillus* spp. são bactérias em forma de bastonete que se desenvolvem bem em produtos de baixo pH (inferior a 5,0), e necessitam de um ambiente microaerófilo, que corresponde ao que se passa dentro das embalagens, depois de cheias, que é uma das características do tomate.

A detecção dos *Lactobacillus* spp. o mais cedo possível torna-se necessário porque estes podem ser homofermentativos (com a produção de ácido láctico) ou heterofermentativos (com a produção de ácido acético e CO<sub>2</sub>, para além do já citado ácido láctico), que neste caso, quando presentes microrganismos viáveis, pode provocar o rebentamento das embalagens ou quando empilhadas, a sua queda e provável danificação de outras embalagens em seu redor (MM5A1.01/3 – Manual de métodos interno da Sugaldal).

O resultado foi negativo, em todas as análises realizadas, o que comprova a eficácia do processamento e do acondicionamento neste tipo de embalagem.

#### **4.2.2 Fungos (bolores e leveduras)**

A valorização comercial do concentrado de tomate, depende em larga medida do índice de bolores nele existente. A presença de bolores e leveduras viáveis e em índice elevado nos alimentos pode fornecer várias informações, tais como: equipamentos com condições de higiene deficientes, multiplicação no produto devido a falhas no processamento e/ou armazenamento e matéria-prima com contaminação excessiva (Siqueira, 1995). Uma baixa contagem de bolores não significa um produto de boa qualidade mas o oposto já é válido.

Ao longo do tempo e nas inúmeras análises revalidadas, a presença de fungos foi sempre negativa, em todas as análises realizadas, o que comprova a eficácia do processamento e do acondicionamento neste tipo de embalagem.

#### **4.2.3 Gram**

Como já foi referido anteriormente, são preparadas duas lâminas. A primeira lâmina é preparada com a amostra inicial, já a amostra da segunda lâmina resulta do armazenamento (24h) da amostra inicial com adição de meio de enriquecimento.

Após fixado o material na lâmina, é colocado um corante cristal-violeta que vai corar todas as estruturas celulares de roxo. Isto permite fazer uma contagem total de bactérias com o auxílio de um microscópio.

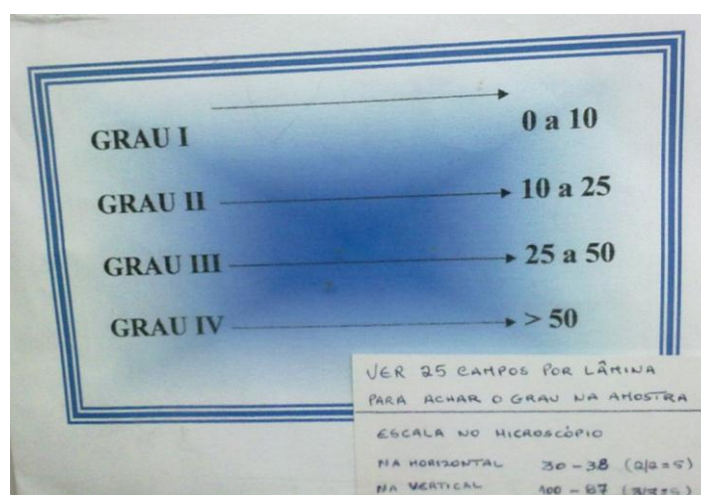
Em nenhuma das análises foi observado crescimento durante as 24 horas (tabela 4.7).

**Tabela 4.7** – Contagem total de bactérias (CTB) no tempo 0 e após 24h (sendo que o tempo 0 corresponde ao dia em que as amostras são retiradas da estufa)

CTB	hora 0	24h
t0	17	grau I
t1	10	6
t2	12	9
t3	17	10
t4	21	10
t5	10	6
t6	16	9
t7	11	7
t8	10	5

Podemos verificar que a contagem total de bactérias diminui sempre durante as 24h. Isto poderá significar que não há desenvolvimento microbiológico no produto em estudo. Isto está de acordo com o estudo realizado por Ahmed *et al*, (2004) em pasta de coentros, no qual foi adicionado sal comum e ácido cítrico (de modo a ajustar o pH a 4,2) e procedeu-se ao armazenamento, a 5, 25 e 37°C, durante 6 meses, em frascos de vidro. A pasta foi microbiologicamente estável durante o armazenamento.

É necessário ter em conta que a análise correspondente ao t0, 24h foi efectuada por funcionários da Sugaldal e não por mim. Sendo assim, os registos efectuados não possuem o número exacto de bactérias contadas mas a classificação por grau (Figura 4.8). Quer isto dizer que no t0, 24h a contagem total de bactérias seria igual ou inferior a 10.



**Figura 4.8** – Classificação por graus da contagem total de bactérias

## **5 Conclusão**

Nas últimas décadas, a indústria agroalimentar tem vindo a crescer, em grande parte devido ao crescimento da população, exigência dos consumidores, mudanças no estilo de vida e avanço da tecnologia. A indústria do tomate é uma das mais importantes em Portugal, sendo que as exportações ultrapassam os 90% da produção.

A Sugaldal possibilitou que realizasse as análises físico-químicas e microbiológicas na sua unidade em Benavente, para a realização deste trabalho. As análises físico-químicas mostraram qual a evolução de alguns parâmetros como a % de sal, % Acidez titulável total, pH, consistência, °Brix e cor se comportavam ao longo do tempo de armazenamento do produto, que correspondeu ao tempo de prateleira de cerca de 9 meses.

Observou-se uma diminuição da acidez cítrica e um aumento do pH, factores estes directamente relacionados. O valor de pH é inferior a 4,5, de acordo com o regulamentado para cumprir os critérios de segurança alimentar, mas ultrapassa aos 280 dias os critérios estabelecidos pela empresa. É necessário assegurar que no acondicionamento e armazenamento do produto, este aumento de pH seja controlado, nomeadamente por acção e controlo nos compostos que podem conferir acidez ao produto, como o ácido ascórbico, tentando evitar a sua oxidação.

No que diz respeito ao °Brix e à consistência existem flutuações mínimas nos resultados e estes cumpriram os requisitos da empresa. A cor apresenta médias de valores inferiores ao que está estipulado pela empresa no produto em questão, mas justificável com a imaturidade dos frutos. O controlo dos processos que podem afetar este parâmetro ao longo do acondicionamento e armazenamento do molho nesta embalagem (aquecimento, oxidação de compostos, entre outros), pode ser uma forma de assegurar a qualidade do produto. O teor de sal (em %) foi considerado reduzido e está de acordo com o regulamentado.

As análises foram efectuadas até sensivelmente ao 9º mês e deveria ter sido, no mínimo, correspondente à validade do produto e da sua embalagem (estipulado em 12 meses). É importante lembrar que foi usado o manual de métodos interno da Sugaldal de modo a simular o armazenamento do produto em ambiente normal de comercialização. É de referir também que o estudo foi realizado apenas num lote de produto, sendo importante, futuramente, avaliar outros lotes para perceber se a variação observada em alguns dos parâmetros foi ocasional ou é caracterizante do acondicionamento deste produto neste tipo de embalagem.

No que diz respeito às análises microbiológicas estava tudo em conformidade. Não foram detectadas contagens totais de bactérias excessivas (com crescimento nulo após 24h), não se tendo detetado a presença de bolores e leveduras e de *Lactobacillus* spp..

Ao contrário dos recipientes de vidro e de metal, as embalagens plásticas são permeáveis a gases (oxigénio, dióxido de carbono, etc.) e ao vapor de água, num grau maior ou menor, consoante os materiais. É importante fazer a combinação de materiais de modo a obter uma boa embalagem, como a utilizada neste estudo. Esta embalagem *doypack* permite uma adequada conservação do produto ao longo do tempo de prateleira, tendo especificações técnicas muito exigentes. Tem a vantagem de ocupar menos espaço no armazenamento e reduzir os custos de transporte do produto.

Sendo o PET mais permeável que o PP, poderia ser proposto acrescentar uma camada de PP de modo a torná-la ainda menos permeável ao oxigénio. Em todo o caso, e tendo esta embalagem baixa permeabilidade, não é fundamental esta alteração.

O produto em questão tem uma elevada estabilidade, que em combinação com uma embalagem como esta permite uma conservação positiva, evitando grandes alterações físico-químicas e microbiológicas. Em todo o caso e como já foi dito acima, era importante aumentar o tempo de análise até ao prazo de validade do produto e da embalagem (12 meses) para perceber se este sistema de embalagem é eficaz até ao prazo de validade do produto.

## **6 Bibliografia**

- Abreu, M. J. e Delgado, T. (2001) – Disqual: Manual de Boas Práticas – Tomate ([http://www2.esb.ucp.pt/twt/disqual/pdfs/disqual\\_tomate.pdf](http://www2.esb.ucp.pt/twt/disqual/pdfs/disqual_tomate.pdf))
- Agarwal, S. e Rao, A. V. – Tomato Lycopene and Low Density Lipoprotein Oxidation: A Human Dietary Intervention Study. *Lipids*. 33, (1998): 981 – 984.
- Ahmed, J.; Shivhare, U.; Singh, P. - Colour kinetics and rheology of coriander leaf puree and storage characteristics of the paste. *Food Chemistry*, Vol. 84, Issue 4 (2004): 605-611
- Ali A., Maqbool M., Ramachandran S., Alderson P. Gum arabic as a novel edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology* 58 (2010): 42–47
- Anjos, V.; Ortiz, S.; Saron, E.; Jaime, S.; Barbieri, M. - Estabilidade do Purê de Tomate em Embalagens de Consumo: Aspectos Sensoriais, *Braz. J. Food Technol.*, v.6, n.2, (2003): 171-177
- Anthon, G.; Barrett, D. - Pectin methylesterase activity and other factors affecting pH and titratable acidity in processing tomatoes. *Food Chemistry* 132 (2012): 915–920
- Anthon, G. e Barrett, D. – Changes in tomato paste during storage and the effects of heating on consistency of reconstituted tomato paste. *Journal of Texture Studies*. Vol. 41 Issue 3 (2010):262-278
- Argadona E., Branco I., Bittencourt T., Munhoz C. Influência da Geometria e da Temperatura na Cinética de Secagem de Tomate (*Lycopersicum esculentum*). *Cienc. Tecnol. Aliment., Campinas*, 31(2) (2011): 308-312.
- Borguini, R. G. – Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Orgânico: O Conteúdo Nutricional e a Opinião do Consumidor. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba. (2002) pp. 110.
- Boulekou, S.; Stoforos, N.; Katsaros, G.; Taoukis, P.; Mallidis, K – Effect of high pressure on quality parameters of cherry tomato juice. *ISHS Acta Horticulturae* 758 (2006): X International Symposium on the Processing Tomato
- Brecht J., Chau K., Fonseca S., Oliveira F., Silva F., Nunes M., Bender R. - Maintaining optimal atmosphere conditions for fruits and vegetables throughout the postharvest handling chain. *Postharvest Biology and Technology* 27 (2003), 87-101
- Caliman, F; Silva, D.; Martins, C.; Moreira, G.; Stringheta, P; Marin, B. - Acidez, °brix e ‘sabor’ de frutos de diferentes genótipos de tomateiro produzidos em ambiente protegido e no campo. 1UFV - Depto. Fitotecnia
- Campos, P. - Utilização da Tecnologia de Alta Pressão no Processamento de Alimentos. *Brazilian journal of food technology*, v. 6,n. 2 (2003): 351-357.
- Carvalho, J.O.M.; Luz, J.M.Q.; Juliatti, F.C.; Melo, L.C.; Teodoro, R.E.F.; Lima, L.M.L. Desempenho de famílias e híbridos comerciais de tomateiro para processamento industrial com irrigação por gotejamento. *Horticultura Brasileira*, v. 21, n. 3, (2003): 525-533.
- Castro, L., Cortez, L., Jorge, J. - Influência da Embalagem no Desenvolvimento de Injúrias Mecânicas em Tomates. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 21(1) (2001): 26-33

- Castro, A, Pouzada, A. (2003). *Embalagens para a Indústria Alimentar*. Ciencia e Tecnologia – Instituto Piaget
- Chanforan C., Loonis M., Mora N., Caris-Veyrat C., Dufour C.- The Impact of Industrial Processing on Health-Beneficial Tomato Microconstituents. *Food Chemistry* 134 (2012): 1786-1795
- Chaves, M.; Gouveia, J.; Almeida, F.; Leite, J.; Silva, F. - Físico-química do suco da acerola. *Revista de Biologia e Ciência da terra* (2004): v.4, n.2, 2º Semestre
- Correia L., Faraoni A., Santana H - Efeitos do Processamento de Alimentos Sobre a Estabilidade de Vitaminas. *Alim. Nutr.*, Araraquara ISSN 0103-4235 v.19, n.1 (2008): 83-95.
- Cruz, I., Fernandes, M., Peito, M - *Microbiologia aplicada às indústrias alimentares*, Estudos e Documentos, nº 46 (1984) DTIA, LNETI
- Curl, A. – The Xanthophylls of Tomatoes. *Journal of Food and Science*. 26 (1961): 106-111
- Demiray, E.; Tuley, Y.; Yilmaz, Y. - Degradation Kinetics of Lycopene, B-Carotene and Ascorbic Acid in Tomatoes During Hot Air Drying. *Food Science and Technology* 50, (2013): 172 - 176
- Dewanto V., Wu X., Adom K., Liu R. - Thermal Processing enhances the Nutritional Value of Tomatoes. *J. Agric. Food Chem* 50 (10), (2002): 3010–3014
- Diaz D., Santos A., Francis D., Saona L. – Carotenoid Stability During Production and Storage of Tomato Juice Made From Tomatoes with Diverse Pigment Profiles Measured by Infrared Spectroscopy. *J. Agric. Food Chem* 58 (15), (2010): 8692–8698
- Eskin, N. - *Quality and preservation of vegetables*. CRC Press INC. Boca Raton (1989)
- Espinoza, W. - *Manual de produção de tomate industrial no vale do S. Francisco* (1991) Pag 34
- Fennema, O.- *Food chemistry*, 3rd Edition (1996) Marcel Dekker Inc. New York.
- Fernando A.– *Acetatos da Disciplina de Acondicionamento e Embalagem de Alimentos* (2011)
- Fontes, P., Silva, D. – *Produção de Tomate de Mesa*. Viçosa: Aprenda Fácil. (2002) 197.
- Franceschi, S.; Bidoli, E.; La Vecchia, C.; Talamii, R.; D'Avenzo, B. e Negri, E. – Tomatoes and Risk of Digestive-Tract Cancers. *Int. Journal Cancer*. 59 (1994):181 – 184.
- Frenkel C., Jen, J.- *Tomatoes, quality and preservation of vegetables*, CRC Press (1989), Boca Raton, Florida, p. 66)
- Garde, A. e Garde, N. – *Culturas Hortícolas*. 6ª Ed. Lisboa, Clássica.(1993) 469 p.
- Giovannucci, E.; Ascherio, A.; Rimm, E.; Stampfer, M.; Colditz, G. e Willett, W.– Intake of Carotenoids and Retinol in Relation to Risk of Prostate Cancer. *Journal Natl. Cancer Inst.* 87 (1995):1767 – 1776.
- Gould, W. - *Tomato production, processing and quality evaluation*, 2<sup>nd</sup> Edition, AVI Publishing Company, Incorporated, Westport, Connecticut (1983).445 p.
- Hayes W., Smith P., Morris A. – The Production and Quality of Tomato Concentrates. *Crit Rev Food Sci Nutr.*, 38 (1998): 557-64.



- Hobbs B.C. & Roberts D. - *Toxinfecções e controle higiênico-sanitário de alimentos*. 4.ed. (1999) São Paulo: Varela, 376p.
- Hussein, L. e El-Tohamy, M. – Vitamin A Potency of Carrot and Spinach Carotenes in Human Metabolic Studies. *Int. Journal Vit. Nutr. Res.* 60 (1990):229 – 235.
- Hyldon R.; Bhatia U. - *Storage Stable Tomato – Based Sauce* U.S. Patent 4,840,806, 1989
- INE – Destaque: Informação à comunicação social - *Previsões agrícolas* (2012), p. 5
- INE - *Inquérito à aquisição de tomate para a indústria* (2005), p. 8
- INSA – Instituto Nacional Dr. Ricardo Jorge – *Tabela da composição de alimentos* (2007: 355
- Jackson, M. J.– The Assessment of Bioavailability of Micronutrients: Introduction. *Eur. Journal Clin. Nutr.* 51(1997): s1 – s2.
- Jaime S., Alves R., Segantini A., Anjos V., Mori E. – Estabilidade do Molho de Tomate em Diferentes Embalagens de Consumo. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* vol.18 n.2 (1998) Campinas
- Kerkhofs N. S., Lister C.E., Savage G. P. Change in colour and antioxidant content of tomato cultivars following forced-air drying. *Plant Foods for Human Nutrition*, 60, (2005): 117-121.
- Kohlmeir, L.; Kark, J.; Gomez-Garcia, E.; Martin, B.; Steck, S.; Kardinal, A.; Ringstad, J.; Thamm, M.; Masaev, V.; Riemersma, R.; Martinmoreno, J.; Huttunen, J.; Kok, F.– Lycopene and Myocardial Infarction Risk in the Euramic Study. *Am. Journal Epidemiol.* 146(1997):618 – 626.
- Krebbes. B; Matser, A.; Hoogerwerf, S.; Moezelaar, R.; Tomassen, M.; Berg, R. - Combined high-pressure and thermal treatments for processing of tomato puree: evaluation of microbial inactivation and quality parameters. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 4 (2003):377–385
- Lacasse, D. - *Introdução à Microbiologia Alimentar*. Lisboa, Ciência e Técnica – Instituto Piaget, 1995.
- Lidon, F., Silvestre, M. (2008) – *Conservação de Alimentos – Princípios e Metodologias*, Escolar Editora
- Lisiewska Z., Kmiecik W. - Effect of Storage Period and Temperature on the Chemical Composition and Organoleptic Quality of Frozen Tomato Cubes. *Food Chemistry* 70(2008):167-173
- Liu C., Han X., Cai L., Lu X., Ying T., Jiang Z. - Postharvest UV-B irradiation maintains sensory qualities and enhances antioxidant capacity in tomato fruit during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 59 (2011):232–237
- Liu F., Cao X., Wang H., Liao X.– Changes of Tomato Powder Qualities During Storage. *Powder Technology* Vol. 204, Issue 1 (2010):159–166
- Louis, P. J. - Globalization of packaging, then and now. *Packaging Digest*, Vol.36 Issue 13(1999):48-52
- Lozano, J. – Fruit Manufacturing – Scientific basis, engineering properties and deteriorative reactions of technological importance. *Food engineering series* (2006)



- Maharaj R., Arul J., Nadeau P.- Effect of photochemical treatment in the preservation of fresh tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Capello) by delaying senescence. *Postharvest Biology and Technology* 15(1999):13–23
- Miret, C.– *Estudo da Implementação da Norma ISO 22000:2005 Numa Fábrica de Concentrado de Tomate*, Dissertação de Mestrado em Tecnologia Alimentar/Qualidade(2007)
- Monteiro, C. - Desenvolvimento de Molho de Tomate *Lycopersicon Esculentum* Mill Formulado com Cogumelo *Agaricus Brasiliensis* Curitiba. Tese de Doutorado em Tecnologia de Alimentos Universidade Federal do Paraná (2008), 176 p
- Moura, M.; Sargent, S.; Oliveira, R. - Efeito da Atmosfera Controlada na Conservação de Tomates Colhidos em Estádio Intermediário de Maturidade. *Sci. Agric.* Vol. 56 Nº1 (1999) Piracicaba
- Murray, C.– Advanced Flexible Container Systems Gain Global Markets. In *Anais do BEV-PACK South America* (1999):6p., São Paulo
- NP 1581 (1987) – *Derivados de Frutos e de Produtos Hortícolas. Concentrado de tomate. Definição, composição, características, acondicionamento e marcação.*
- NP 785 (1985) – *Derivados de Frutos e de Produtos Hortícolas. Concentrado de tomate. Determinação do resíduo seco solúvel. Processo corrente.*
- Pazinato, C. e Galhardo, C.– *Processamento Artesanal do Tomate*. 2ª Impressão. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (1997):30
- Pelissari, F.; Rona, M.; Matioli, G. - O licopeno e suas contribuições na prevenção de doenças. *Arq Mudi*. 12(1) (2008):5-11.
- Pereira, I.; Queiroz, A.; Figueirêdo, R.– Características Físico-Químicas do Tomate em Pó Durante o Armazenamento. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* ISSN 1519-5228 – Volume 6 – Nº1 (2006):83-88
- Pereira, J.- *Higroscopia Viçosa: Centreinar - UFV* (1987):28
- Pinheiro, J.; Alegria, C.; Abreu, M.; Gonçalves, E.; Silva, C. - Kinetics of changes in the physical quality parameters of fresh tomato fruits (*Solanum lycopersicum*, cv. 'Zinac') during storage. *Journal of Food Engineering* 114 (2013):338–345
- Pinto, A.S Fragata, A., Martins, V. - *Produtores de tomate para indústria: suas organizações e práticas para a promoção da qualidade e do ambiente*. II Congresso de Estudos Rurais “Periferias e Espaços Rurais (2004)
- Pirela, V.; Arias, F.; Gonzalez, E.; Moreno, E.; Antepaz, M.; Acosta, A.; Andara, C.; Angulo, V.; Arraiz, N.; Ramirez, I. – Quimiopreención del Cáncer de Mama: Fronteras y Horizontes – *Archivos Venezolanos de Farmacologia y Terapeutica* v.24 n.1 (2005)
- Poças, M., Moreira, R. - *Segurança alimentar e embalagem* Porto: ESB/UCP, 2003. Disponível em (<http://www.esb.ucp.pt/twt/embalagem/myfiles/biblioteca/publicacoes/b.pdf>, consultado em Setembro de 2012).
- Ramos, A.; Teixeira, L.; Stringheta, P.; Chaves, J.; Gomes, J. – Aplicação de campos eléctricos pulsados de alta intensidade na conservação de alimentos. *Revista Ceres* 53(308) (2006):425-438

REGULAMENTO (CEE) N.º 1764/86 DA COMISSÃO de 27 de Maio de 1986 que prevê exigências qualitativas mínimas para os produtos à base de tomate que podem beneficiar de ajuda à produção Ribaya-Mercado, J.; Garmyn, M.; Gilchrest, B. e Russell, R.— Skin Lycopene is Destroyed Preferentially over  $\beta$ -carotene During Ultraviolet Irradiation in Humans. *Journal Nutr.* 125 (1995):1854 – 1859.

Rizo, P. e Porrini, M.— Determination of Carotenoids in Vegetable Foods and Plasma. *Int. Journal Vit. Nutr. Res.* 67(1997):47–54.

Robson, G.; Grierson, D.— Tomato. In Seymour, G., Taylor, J. e Tucker, G.(Ed.) – *Biochemistry of Fruit Ripening*. 1st ed. London: Chapman & Hall. Cap. 14 (1993) 405–434

Roca, M. *Valorização do tomate nacional - Extração de licopeno por CO<sub>2</sub> supercrítico a partir de repiso de tomate*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Alimentar, ISA/UTL (2009), 80p

Rock, C.; Swendseid, M. – Plasma  $\beta$ -carotene Response in Humans after Meals, Supplemented with Dietary Pectin. *Am. Journal Clin. Nutr.* 55 (1992):96–99

Safdar M., Mumtaz A., Amjad M., Siddiqui N., Hammed T. – Development and Quality Characteristics Studies of Tomato Paste Stored at Different Temperatures. *Pakistan Journal of Nutrition* 9 (3) (2010):265-268

Serrano I.; Fortuny R.; Belloso O. – Changes of Helath-related Compounds Throughout Cold Storage of Tomato Juice Stabilized by Thermal or High Intensity Pulsed Electric Field Treatments Innovative. *Food Sci. Emerging Technol.*, 9 (2008):272–279

Seymour, G., Taylor, J. e Tucker, G. (1993). *Biochemistry of fruit ripening*. Chapman & Hall Press. London

Shi, J.; Le Manguer M. e Bryan, M. – Lycopene from Tomatoes. In Shi, J.; Le Manguer, M. e Mazza, G. (Ed.) – *Functional Foods: Biochemical and Processing Aspects*, Volume 2, Functional Foods and Nutraceuticals Series, CRC Press. cap. 4 (2002):135–163

Siqueira, S. – *Manual de Microbiologia dos Alimentos*. Brasília: Embrapa, SPI. Rio de Janeiro: Embrapa, CTAA, 1995: 159

Souza A., Borges S., Magalhães N., Ricardo H., Cereda M., Daiuto E. - Influence of Spray Drying Conditions on the Physical Properties of Dried Pulp Tomato. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 29(2) (2009):291-294.

Stevens, M., Rick, C.- Genetics and breeding, p.35-110. In: Atherton, J., Rudich, J. *The Tomato Crop: A scientific basis for improvement*. New York: Chapman and Hall, 1986

Talaia, S. - Caracterização físico-química do concentrado de tomate. Trabalho de fim de curso para obtenção do grau de licenciatura. (2007)

Thakur, B.; Singh, R.; Nelson, P. - Quality Attributes of Processed Tomato Products: A Review. *Food Rev. Int.*, 12 (1996):375–401

Valencia, C.; Sánchez, M.; Ciruelos, A.; Latorre, A.; Franco, J.; Gallegos, C. - Linear viscoelasticity of tomato sauce products:influence of previous tomato paste processing. *Eur Food Res Technol* 214, (2002):394–399

MM5A1.01/3 – Manual de métodos interno da Sugalidal

MM.5A2.00/4 – Manual de métodos interno da Sugalidal

ME.01.180/0 – Manual de Métodos Interno da Sugaldal

Anexo 1

TABELA de %SAL					
ml Ag No3*0,2925	%Sal	ml Ag No3*0,2925	%Sal	ml Ag No3*0,2925	%Sal
0	0,00	5,2	1,52	10,4	3,04
0,1	0,03	5,3	1,55	10,5	3,07
0,2	0,06	5,4	1,58	10,6	3,10
0,3	0,09	5,5	1,61	10,7	3,13
0,4	0,12	5,6	1,64	10,8	3,16
0,5	0,15	5,7	1,67	10,9	3,19
0,6	0,18	5,8	1,70	11	3,22
0,7	0,20	5,9	1,73	11,1	3,25
0,8	0,23	6	1,76	11,2	3,28
0,9	0,26	6,1	1,78	11,3	3,31
1	0,29	6,2	1,81	11,4	3,33
1,1	0,32	6,3	1,84	11,5	3,36
1,2	0,35	6,4	1,87	11,6	3,39
1,3	0,38	6,5	1,90	11,7	3,42
1,4	0,41	6,6	1,93	11,8	3,45
1,5	0,44	6,7	1,96	11,9	3,48
1,6	0,47	6,8	1,99	12	3,51
1,7	0,50	6,9	2,02	12,1	3,54
1,8	0,53	7	2,05	12,2	3,57
1,9	0,56	7,1	2,08	12,3	3,60
2	0,59	7,2	2,11	12,4	3,63
2,1	0,61	7,3	2,14	12,5	3,66
2,2	0,64	7,4	2,16	12,6	3,69
2,3	0,67	7,5	2,19	12,7	3,71
2,4	0,70	7,6	2,22	12,8	3,74
2,5	0,73	7,7	2,25	12,9	3,77
2,6	0,76	7,8	2,28	13	3,80
2,7	0,79	7,9	2,31	13,1	3,83
2,8	0,82	8	2,34	13,2	3,86
2,9	0,85	8,1	2,37	13,4	3,92
3	0,88	8,2	2,40	13,5	3,95
3,1	0,91	8,3	2,43	13,6	3,98
3,2	0,94	8,4	2,46	13,7	4,01
3,3	0,97	8,5	2,49	13,8	4,04
3,4	0,99	8,6	2,52	13,9	4,07
3,5	1,02	8,7	2,54	14	4,10
3,6	1,05	8,8	2,57	14,1	4,12
3,7	1,08	8,9	2,60	14,2	4,15
3,8	1,11	9	2,63	14,3	4,18
3,9	1,14	9,1	2,66	14,4	4,21
4	1,17	9,2	2,69	14,5	4,24
4,1	1,20	9,3	2,72	14,6	4,27
4,2	1,23	9,4	2,75	14,7	4,30
4,3	1,26	9,5	2,78	14,8	4,33
4,4	1,29	9,6	2,81	14,9	4,36
4,5	1,32	9,7	2,84	15	4,39
4,6	1,35	9,8	2,87	15,1	4,42
4,7	1,37	9,9	2,90	15,2	4,45
4,8	1,40	10	2,93	15,3	4,48
4,9	1,43	10,1	2,95	15,4	4,50
5	1,46	10,2	2,98	15,5	4,53
5,1	1,49	10,3	3,01	15,6	4,56



Anexo 2

ml NaOH 0,1 N	% Acidez Cítrica	ml NaOH 0,1 N	% Acidez Cítrica	ml NaOH 0,1 N	% Acidez Cítrica	ml NaOH 0,1 N	% Acidez Cítrica	ml NaOH 0,1 N	% Acidez Cítrica
2,00	0,23	7,40	0,86	12,80	1,49	18,20	2,12	23,60	2,73
2,10	0,25	7,50	0,88	12,90	1,51	18,30	2,14	23,70	2,74
2,20	0,26	7,60	0,89	13,00	1,52	18,40	2,15	23,80	2,75
2,30	0,27	7,70	0,90	13,10	1,53	18,50	2,16	23,90	2,77
2,40	0,28	7,80	0,91	13,20	1,54	18,60	2,17	24,00	2,78
2,50	0,29	7,90	0,92	13,30	1,55	18,70	2,18	24,10	2,79
2,60	0,30	8,00	0,93	13,40	1,56	18,80	2,19	24,20	2,80
2,70	0,32	8,10	0,95	13,50	1,58	18,90	2,21	24,30	2,81
2,80	0,33	8,20	0,96	13,60	1,59	19,00	2,22	24,40	2,82
2,90	0,34	8,30	0,97	13,70	1,60	19,10	2,23	24,50	2,84
3,00	0,35	8,40	0,98	13,80	1,61	19,20	2,24	24,60	2,85
3,10	0,36	8,50	0,99	13,90	1,62	19,30	2,25	24,70	2,86
3,20	0,37	8,60	1,00	14,00	1,63	19,40	2,26	24,80	2,87
3,30	0,39	8,70	1,02	14,10	1,65	19,50	2,28	24,90	2,88
3,40	0,40	8,80	1,03	14,20	1,66	19,60	2,29	25,00	2,89
3,50	0,41	8,90	1,04	14,30	1,67	19,70	2,30		
3,60	0,42	9,00	1,05	14,40	1,68	19,80	2,31		
3,70	0,43	9,10	1,06	14,50	1,69	19,90	2,32		
3,80	0,44	9,20	1,07	14,60	1,70	20,00	2,33		
3,90	0,46	9,30	1,09	14,70	1,72	20,10	2,35		
4,00	0,47	9,40	1,10	14,80	1,73	20,20	2,36		
4,10	0,48	9,50	1,11	14,90	1,74	20,30	2,37		
4,20	0,49	9,60	1,12	15,00	1,75	20,40	2,38		
4,30	0,50	9,70	1,13	15,10	1,76	20,50	2,39		
4,40	0,51	9,80	1,14	15,20	1,77	20,60	2,40		
4,50	0,53	9,90	1,16	15,30	1,79	20,70	2,42		
4,60	0,54	10,00	1,17	15,40	1,80	20,80	2,43		
4,70	0,55	10,10	1,18	15,50	1,81	20,90	2,44		
4,80	0,56	10,20	1,19	15,60	1,82	21,00	2,45		
4,90	0,57	10,30	1,20	15,70	1,83	21,10	2,46		
5,00	0,58	10,40	1,21	15,80	1,84	21,20	2,47		
5,10	0,60	10,50	1,23	15,90	1,86	21,30	2,49		
5,20	0,61	10,60	1,24	16,00	1,87	21,40	2,50		
5,30	0,62	10,70	1,25	16,10	1,88	21,50	2,51		
5,40	0,63	10,80	1,26	16,20	1,89	21,60	2,52		
5,50	0,64	10,90	1,27	16,30	1,90	21,70	2,53		
5,60	0,65	11,00	1,28	16,40	1,91	21,80	2,54		
5,70	0,67	11,10	1,30	16,50	1,93	21,90	2,56		
5,80	0,68	11,20	1,31	16,60	1,94	22,00	2,57		
5,90	0,69	11,30	1,32	16,70	1,95	22,10	2,58		
6,00	0,70	11,40	1,33	16,80	1,96	22,20	2,59		
6,10	0,71	11,50	1,34	16,90	1,97	22,30	2,60		
6,20	0,72	11,60	1,35	17,00	1,98	22,40	2,61		
6,30	0,74	11,70	1,37	17,10	2,00	22,50	2,63		
6,40	0,75	11,80	1,38	17,20	2,01	22,60	2,64		
6,50	0,76	11,90	1,39	17,30	2,02	22,70	2,65		
6,60	0,77	12,00	1,40	17,40	2,03	22,80	2,66		
6,70	0,78	12,10	1,41	17,50	2,04	22,90	2,67		
6,80	0,79	12,20	1,42	17,60	2,05	23,00	2,68		
6,90	0,81	12,30	1,44	17,70	2,07	23,10	2,70		
7,00	0,82	12,40	1,45	17,80	2,08	23,20	2,71		
7,10	0,83	12,50	1,46	17,90	2,09	23,30	2,72		
7,20	0,84	12,60	1,47	18,00	2,10	23,40	2,73		
7,30	0,85	12,70	1,48	18,10	2,11	23,50	2,74		

**Anexo 3 – Fichas de produto do Manjerição e do Aroma a Manjerição**

<b>Valores por 100g de produto - Manjerição Medium Premium 6mm</b>	
Valor energético	151 kJ / 36 kcal
Proteínas	3.5 g
Hidratos de carbono	2.6 g
Dos quais açúcares	0.4 g
Lípidos	0.3 g
Dos quais saturados	< 0.1 g
Fibras	4.5 g
Sódio	0.02 g

<b>Valores por 100g de produto - Aroma natural de manjerição</b>	
Valor energético	3600 kJ / 870 kcal
Proteínas	0.0 g
Hidratos de carbono	0.0 g
Dos quais açúcares	0.0 g
Lípidos	96.0 g
Dos quais saturados	79.0 g
Fibras	0.0 g
Sódio	0.0 g

**Anexo 4 – Características do refractómetro Bellingham Stanley 320**

Model	RFM311	RFM320	RFM330	RFM340
<b><i>Refractive index</i></b>				
Range minimum	1.33	1.33	1.33	1.33
Range maximum	1.43	1.43	1.54	1.54
Display resolution	0.0001	0.0001/ 0.00001	0.0001	0.0001/ 0.00001
Repeatability (±)	0.0001	0.00003	0.0001	0.00003
<b><i>°Brix</i></b>				
Range minimum	0	0	0	0
Range maximum	50	50	95	95
Display resolution	0.1	0.1/0.01	0.1	0.1/0.01
Repeatability (±)	0.1	0.02	0.1	0.02

**Anexo 5**

Sal (% NaCl)									
	t0(dia 0)	t1(35d)	t2(70d)	t3(105d)	t4(140d)	t5(175d)	t6(210d)	t7(245d)	t8(280d)
Média	0,20	0,21	0,20	0,18	0,20	0,18	0,18	0,18	0,18
DesvioPad	0,00	0,02	0,00	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00

Acidez titulável total (%)									
	t0(dia 0)	t1(35d)	t2(70d)	t3(105d)	t4(140d)	t5(175d)	t6(210d)	t7(245d)	t8(280d)
Média	0,67	0,59	0,63	0,63	0,64	0,60	0,58	0,56	0,56
DesvioPad	0,05	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01

°Brix (%)									
	t0(dia 0)	t1(35d)	t2(70d)	t3(105d)	t4(140d)	t5(175d)	t6(210d)	t7(245d)	t8(280d)
Média	8,85	8,80	8,80	8,67	8,80	8,73	8,70	8,87	8,70
DesvioPad	0,05	0,00	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00	0,12	0,10

Cor (a/b)									
	t0(dia 0)	t1(35d)	t2(70d)	t3(105d)	t4(140d)	t5(175d)	t6(210d)	t7(245d)	t8(280d)
Média	1,73	1,69	1,68	1,68	1,69	1,68	1,68	1,68	1,68
DesvioPad	0,00	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01

Cor (L)									
	t0(dia 0)	t1(35d)	t2(70d)	t3(105d)	t4(140d)	t5(175d)	t6(210d)	t7(245d)	t8(280d)
Média	23,96	23,03	22,95	22,84	22,94	22,97	22,65	22,72	22,74
DesvioPad	0,11	0,17	0,58	0,09	0,10	0,19	0,26	0,18	0,09

pH									
	t0(dia 0)	t1(35d)	t2(70d)	t3(105d)	t4(140d)	t5(175d)	t6(210d)	t7(245d)	t8(280d)
Média	4,39	4,31	4,40	4,38	4,27	4,41	4,42	4,42	4,46
DesvioPad	0,02	0,03	0,03	0,01	0,07	0,01	0,01	0,03	0,00

Consistência (cm)									
	t0(dia 0)	t1(35d)	t2(70d)	t3(105d)	t4(140d)	t5(175d)	t6(210d)	t7(245d)	t8(280d)
Média	8,30	8,60	8,43	8,33	8,13	8,10	8,03	8,30	8,27
DesvioPad	0,30	0,36	0,38	0,12	0,06	0,26	0,21	0,35	0,15